

**VŠB – Technická univerzita Ostrava**  
**Fakulta strojní**  
**Katedra mechanické technologie**

**Optimalizace výrobního procesu**  
**Optimization of the Production Process**

**Student:**

**David Chodura**

**Vedoucí bakalářské práce:**

**Ing. Vladimíra Schindlerová**

**Ostrava 2012**

## Zadání bakalářské práce

Student: **David Chodura**  
Studijní program: **B2341 Strojírenství**  
Studijní obor: **2301R040 Průmyslové inženýrství**  
Téma: **Optimalizace výrobního procesu**  
**Optimization of the Production Process**

Zásady pro vypracování:

1. Obecný úvod do problematiky.
2. Analýza současného stavu.
3. Specifikace problémů.
4. Návrh řešení.
5. Zhodnocení výsledků práce.

Seznam doporučené odborné literatury:

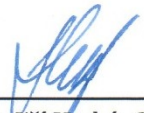
LÍBAL, V. a kol. *Organizace a řízení výroby*. Praha: SNTL/ALFA, 1989. 558 s. ISBN 80-03-00050-5.  
TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1.  
SCHULTE, CH. *Logistika*. Praha : Victoria Publishing, a.s., 1994. 301 s. ISBN 80-85605-87-2  
ČSN ISO 690 *Bibliografické citace. Obsah, forma a struktura*. Praha: Český normalizační institut, 1996. 32s.  
PETRUŽELKA, J. *Ročníkový projekt. Jak psát bakalářskou práci* [online]. Ostrava: VŠB-TUO, FS, 2007, poslední aktualizace 30. 6. 2009 [cit. 2009-10-19]. Dostupný z www: <URL: <http://www.345.vsb.cz/KE%20vyuka/Jak%20psát%20cerven%202009.pdf>>.

Formální náležitosti a rozsah bakalářské práce stanoví pokyny pro vypracování zveřejněné na webových stránkách fakulty.


Vedoucí bakalářské práce: **Ing. Vladimíra Schindlerová**

Datum zadání: 16.12.2011

Datum odevzdání: 21.05.2012

  
prof. Ing. Jiří Hrubý, CSc.  
vedoucí katedry



  
prof. Ing. Radim Farana, CSc.  
děkan fakulty

### Místopřísežné prohlášení studenta

Prohlašuji, že jsem celou bakalářskou práci včetně příloh vypracoval samostatně pod vedením vedoucího bakalářské práce a uvedl jsem všechny použité podklady a literaturu.

V Ostravě ..... 14.5.2012 .....

..... David Chodura .....

podpis studenta

Prohlašuji, že

- jsem byl seznámen s tím, že na moji bakalářskou práci se plně vztahuje zákon č. 121/2000 Sb., autorský zákon, zejména § 35 – užití díla v rámci občanských a náboženských obřadů, v rámci školních představení a užití díla školního a § 60 – školní dílo.
- беру на ве́домі, že Vysoká škola báňská – Technická univerzita Ostrava (dále jen „VŠB - TUO“) má právo nevýdělečně ke své vnitřní potřebě bakalářskou práci užít (§ 35 odst. 3).
- souhlasím s tím, že bakalářská práce bude v elektronické podobě uložena v Ústřední knihovně VŠB-TUO k nahlédnutí a jeden výtisk bude uložen u vedoucího bakalářské práce. Souhlasím s tím, že údaje o kvalifikační práci budou zveřejněny v informačním systému VŠB-TUO.
- bylo sjednáno, že s VŠB-TUO, v případě zájmu z její strany, uzavřu licenční smlouvu s oprávněním užít dílo v rozsahu § 12 odst. 4 autorského zákona.
- bylo sjednáno, že užít své dílo – bakalářskou práci nebo poskytnout licenci k jejímu využití mohu jen se souhlasem VŠB-TUO, která je oprávněna v takovém případě ode mne požadovat přiměřený příspěvek na úhradu nákladů, které byly VŠB-TUO na vytvoření díla vynaloženy (až do jejich skutečné výše).
- беру на ве́домі, že odevzdáním své práce souhlasím se zveřejněním své práce podle zákona č. 111/1998 Sb., o vysokých školách a o změně a doplnění dalších zákonů (zákon o vysokých školách), ve znění pozdějších předpisů, bez ohledu na výsledek její obhajoby.

V Ostravě: 14.5.2012

David Chodura  
.....  
podpis studenta

Jméno a příjmení autora práce: David Chodura

Adresa trvalého pobytu autora práce: Brodek u Prostějova, Nová 387

## **ANOTACE BAKALÁŘSKÉ PRÁCE**

CHODURA, D. *Optimalizace výrobního procesu: bakalářská práce*. Ostrava: VŠB – Technická Univerzita Ostrava, Fakulta strojní, Katedra mechanické technologie, 2012, 49 s. Vedoucí práce: Schindlerová, V.

Bakalářská práce se zabývá optimalizací výrobního procesu ve společnosti ABC zaměřující se na strojírenský průmysl. Cílem je zvýšení současné výkonnosti dvojice nástrojů uložených v lisu a výrazné omezení jejich poruchovosti. V rámci řešení jsem provedl analýzu pracoviště, zaznamenal veškeré nežádoucí faktory ovlivňující výkonnosti zařízení, sestavil žebříček poruchovosti a poté navrhl patřičné opatření vedoucí ke zvýšení efektivity práce. Výsledkem je řešení, které je schopné zvýšit výkonnost daného zařízení a zamezit co nejvíce jeho poruchovosti.

## **ANNOTATION OF BACHELOR THESIS**

CHODURA, D. *Optimization of the Production Process: Bachelor Thesis*. Ostrava: VŠB - Technical University of Ostrava, Faculty of Mechanical Engineering, Department of Mechanical Technology, 2012, 49 p. Thesis head: Schindlerová, V.

This thesis deals with the optimization of the production process of company ABC focused on the engineering industry. The aim is to increase the performance of two tools currently stored in the press and significantly reduce their failure rate. Within the workplace, I analyzed, recorded any adverse factors affecting the performance of installations, ranking compiled by failure, then appropriate measures designed to increase work efficiency. The result is a solution that is able to increase the efficiency of the device and prevent its failure as much as possible.

## **Obsah bakalářské práce**

Seznam použitého značení .....	8
1. Úvod .....	9
2. Teoretický úvod do problematiky .....	10
2.1 Výrobní systém .....	10
2.2 Štíhlá výroba .....	10
2.2.1 Metoda 5S .....	11
2.2.2 Ukazatel OEE .....	13
2.3 Metody racionalizace výroby .....	15
2.3.1 Členění času spotřebovaného dělníkem v průběhu směny, časová studie .....	15
2.3.2 Snímek pracovního dne .....	16
2.3.3 Druhy snímků pracovního dne .....	17
2.4 ABC analýza .....	18
3. Analýza současného stavu .....	20
3.1 Základní údaje o společnosti .....	20
3.2 Aktuální stav výroby .....	21
3.2.1 Formulář směny .....	22
3.2.2 Zařízení zaznamenávající činnost a nečinnost lisu .....	22
3.2.3 Schéma rozmístění lisů ve výrobní hale .....	23
3.2.4 Údržba .....	24
3.3 Analýza činnosti lisu .....	25
3.3.1 Oddělení REFA .....	25
3.3.2 Zpracování dat .....	26
3.4 ABC analýza .....	30
3.5 Snímek pracovního dne .....	33
4. Specifikace problému .....	36
4.1 Identifikace poruchovosti nástroje .....	36
4.2 Identifikace časových prodlev .....	36

5.	Návrh řešení .....	37
5.1	Snížení poruchovosti nástroje .....	37
5.2	Snížení časových prodlev .....	38
6.	Zhodnocení navrženého řešení .....	40
7.	Závěr .....	45
8.	Seznam použité literatury .....	46
9.	Seznam obrázků, tabulek a grafů .....	47
10.	Seznam příloh .....	49

## **Seznam použitého značení**

### **Seznam použitých zkratk odborných termínů**

<b>Zkratka</b>	<b>Znění zkratky</b>	<b>Význam</b>
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Seiketsu, Shitskuke	souhrn pěti základních kroků, které vedou k odstranění plýtvání na pracovišti
CEZ	Celková efektivita zařízení	udává využití strojů a zařízení
DKB	Doppel kopf bieger	označení zařízení pro výrobu stabilizátoru (v překladu dvojité ohýbací hlava)
GEFF	Gesamtanlageneffizienz	udává využití strojů a zařízení
MOST	Maynard Operation Sequence Technique	metoda nepřímého měření spotřeby času pracovní činnosti
OEE	Overall Equipment Effectiveness	udává využití strojů a zařízení
OPF	One Piece Flow	tok jednoho kusu
REFA	Reichsausschuß für Arbeitsstudien	oddělení ve společnosti ABC zabývajícími se veškerými číselnými hodnotami, které se týkají lisu
SMED	Single Minute Exchange of Dies	výměna nástroje během jedné minuty
Takt time	Čas taktu	časový interval mezi dokončením dvou po sobě následujících operací
VSM	Value Stream Mapping	mapování hodnotového toku



## 1. Úvod

Bakalářská práce se zabývá zamezením poruchovosti nástroje, který je uložen v lisu a vyrábí stabilizátory téměř pro všechny automobilové závody po celém světě. Cílem je najít řešení, které sníží jeho poruchovost a celkově zvýší efektivitu práce.

Optimalizace jako taková, přispívá k lepší organizaci výroby, zvýšení efektivity práce a vede ke zvýšení konkurenceschopnosti podniku v tržním prostředí. Je nutné si však stanovit cíle optimalizace výrobního systému a případně navrhnout taková opatření, aby byla optimalizace co nejlépe aplikovatelná ve výrobním systému a dosáhlo se požadovaného účinku. Navržení vhodné optimalizace výrobního procesu povede ke zlepšení současného stavu.

Hlavním úkolem je najít všechna úzká místa, která brání plynulé produkci a následně navrhnout patřičná řešení daných problémů. Veškerá navržená řešení by měla být dle společnosti využita při dalších projektech.

V celé práci používám obecný výraz „Společnost ABC“ a to z důvodu, že si podnik, pro který se zadaný problém řešil, nepřál, aby bylo uvedeno jméno společnosti.

## 2. Teoretický úvod do problematiky

### 2.1 Výrobní systém

V tržním prostředí je efektivní výroba rozhodující konkurenční zbraní. Musí mít ale vytvořeny takové podmínky, mezi které patří i vhodný manažerský systém. Pod výrobním systémem si můžeme tedy představit souhrn principů, metod a postupů, směřujících především k naplnění hodnot, vize a strategie firmy. [1]

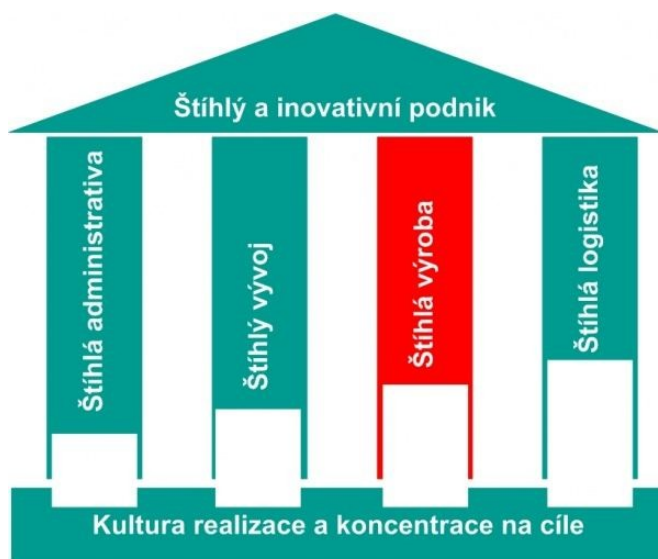
Pro výrobní organizace rozhodující informace poskytují především systémy řízení výroby, na které je kladeno množství požadavků, například:

- rychlá dostupnost řídicích informací,
- nízké zásoby ve výrobním systému,
- vysoká pružnost a produktivita,
- krátké průběžné doby, apod.

*„Pružné systémy dílenského řízení jsou základem efektivní výroby, schopné rychle reagovat na reálné požadavky zákazníků.“ [1]*

### 2.2 Štíhlá výroba

Štíhlá výroba je soubor nástrojů a principů, kterými se soustředujeme na výrobu například na strojní zařízení, linky, výrobní pracoviště nebo pracovníky. Hlavním cílem je mít stabilní, flexibilní a standardizovanou výrobu. [6]



**Obr. 1** Štíhlá výroba [9]

Štíhlá výroba obsahuje řadu metod a postupů například: metoda 5S, analýza pracoviště, VSM (Value Stream Mapping = mapování hodnotového toku), stop linka, analýza a měření práce, MOST a jeho aplikace (Maynard Operation Sequence Technique = Metoda nepřímého měření spotřeby času pracovní činnosti), ergonomie, SMED (Single Minute Exchange of Dies = Snižování plýtvání ve výrobním procesu), optimalizace pracoviště, optimalizace linky, systém zlepšování, vizuální pracoviště, Poka-yoke, Takt time = čas taktu, OPF (One-piece flow = Tok jednoho kusu), ukazatel OEE (Overall Equipment Effectiveness).

### **2.2.1    Metoda 5S**

Štíhlé pracoviště je právě takové pracoviště, na kterém se nachází pouze to, co je nezbytně nutné. Na pracovišti se tedy nacházejí pouze předměty, které přidávají výslednému produktu hodnotu. Jde o odstranění nepotřebných předmětů z pracoviště, udržování pořádku a standardizaci uspořádání a organizace pracoviště. Důležité také je, aby pracoviště bylo rovněž uspořádáno dle požadavků pracovníků. [7]

#### **Realizace metody 5S na pracovišti:**

##### **1.    Krok – vytrdit, separovat (seiri)**

Cílem tohoto kroku je rozčlenit položky, které:

- musí být na pracovišti,
- mohou být odstraněny,
- musí být odstraněny.

Pro tyto položky se formulují míry pro zabránění hromadění nepotřebných položek, kdy při třídění a umístování položek využíváme klasifikaci dle Pareta:

- kategorie A – denně používané,
- kategorie B – týdně nebo měsíčně,
- kategorie C – výjimečné použití.

Pro první krok je typické a velmi užitečné využití žlutých kartiček, pro které je níže popsán postup použití:

- najdeme předmět, který chceme označit,
- vyplníme kartičku,
- nafotíme kartičku i předmět,
- uděláme záznam do Karty pracoviště.

## 2. Krok – vizualizovat, systematizovat (sezon)

Účelem druhého kroku je najít vhodné místo pro uložení položek, které se vytřídily v prvním kroku. Každá z položek musí být uspořádána tak, aby ji mohl každý snadno vzít, použít a následně vrátit na své místo.

Místo pro položky se určuje z hlediska ekonomie pohybů a frekvence používání. Danému místu se stanoví kapacita a vizuálně je označeno tak, aby bylo ihned zřejmé, zda je daný předmět na správném místě a množství.

## 3. Krok – čistit, stále čistit (seiso)

V tomto kroku se definují oblasti, které je potřeba v rámci teritoria pracoviště čistit. Dané teritorium se rozdělí na jednotlivé oblasti, kterým definujeme:

- Co je třeba čistit?
- Kdo bude tuto činnost vykonávat?
- Kdy a jak často?
- Jaké prostředky k tomu budeme potřebovat?

Při čištění by měl být vyhledáván zdroj znečištění a následně by se mělo pracovat na jeho odstranění. Důležité je také podotknout, že čištění je rovněž formou kontroly!

## 4. Krok – standardizovat (seiketsu)

Úkolem tohoto kroku je vytvoření a dodržování standardu pracoviště tak, aby se zabránilo nedbalostem. Každý by měl co možná nejrychleji stanovit dané podmínky a určit odchylky, zda je pracoviště v souladu s navrhovanou variantou.

## 5. Krok – zlepšovat, sebedisciplinovanost (shitsuke)

Hlavním účelem pátého kroku je zlepšování současného stavu. Provádějí se pravidelné audity, realizují se doplňující školení a u pracovníků je dbáno především na smysl pro pořádek, přesnost a preciznost.



**Obr. 2 Metodika 5S [11]**

### 2.2.2 Ukazatel OEE

OEE (Overall Equipment Effectiveness) v anglickém znění

GEFF (Gesamtanlageneffizienz) v německém znění

CEZ (Celková efektivnost zařízení) v českém znění

Pokud se někdy udává, že je využití strojů a zařízení větší než 85 %, je možné usoudit, že stroje a zařízení běží účinně a efektivně. Je nutné si však uvědomit, jak bylo toto číslo vypočítáno a na čem stojí daná kalkulace. [8]

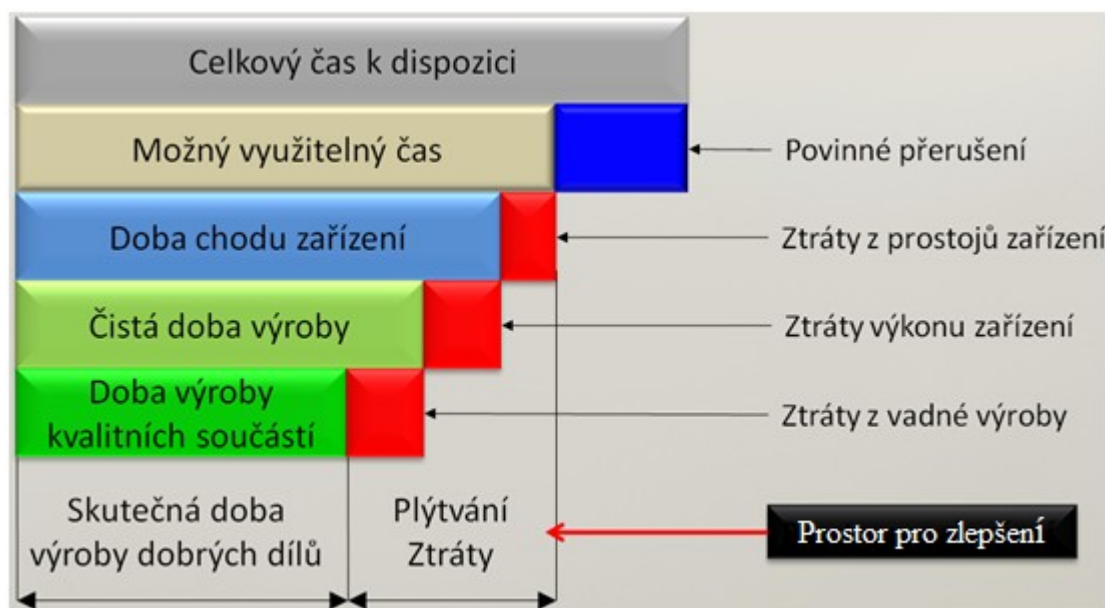
Je důležité se zabývat všemi faktory, které ovlivňují využívání strojů a zařízení. Jsou to:

- míra dostupnosti (využití),
- míra výkonu (rychlost),
- míra kvality.

<b>OEE = Dostupnost x Výkonnost x Kvalita</b>	
<b>Dostupnost</b>	$= \frac{\text{možný využitelný čas - prostoje}}{\text{možný využitelný čas}}$
<b>Výkonnost</b>	$= \frac{(\text{ideální čas cyklu}) \times (\text{celkový počet výrobků})}{\text{možný využitelný čas - prostoje}}$
<b>Kvalita</b>	$= \frac{\text{celkový počet výrobků - neshodné výrobky}}{\text{celkový počet výrobků}}$

**Obr. 3** Výpočet OEE [10]

Samotný ukazatel spočítáme jako násobky jednotlivých dílčích ukazatelů. Maximální hodnota tohoto ukazatele je 100%, a to v případě správně nastavených norem. Při ideálním využití strojů je obvykle nižší.



**Obr. 4** OEE: faktory ovlivňující výrobu [10]

Parametr "dostupnost stroje" udává, kolik procent doby daný stroj skutečně běží, když ho potřebujeme pro plánovanou výrobu. Patří zde plánované i neplánované opravy, údržba i přestávky, nedostatek materiálu, čas potřebný pro seřizování, nedostatek pracovníků a další neplánované prostoje.

Parametr "výkon stroje" je ovlivněn zejména ztrátami rychlosti. Jde o rozdíl mezi skutečnou rychlostí stroje, při které jsou produkovány výrobky a rychlostí projektovanou. Další ztrátou jsou přerušení a odchylky, které způsobí, že stroj neběží po celou dobu konstantní rychlostí.

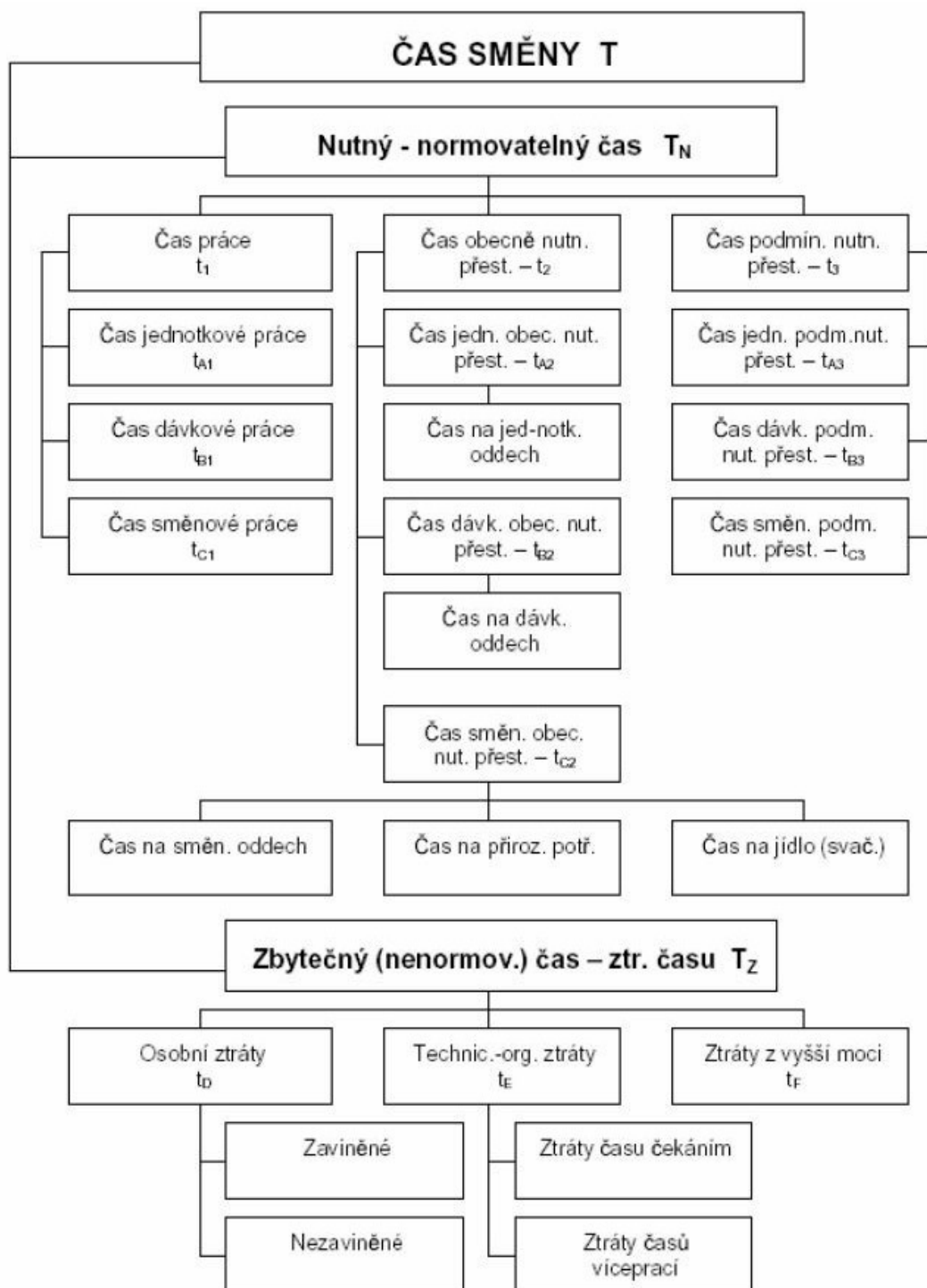
Poslední parametr potřebný pro určení koeficientu OEE zachycuje "stupeň kvality" vyprodukovaných výrobků. Je nutné si však uvědomit, a to z hlediska využití stroje, že pokud nevyrobíme hned napoprvé kvalitní výrobek, tak čas, který jsme měli k dispozici pro jeho výrobu, je nenávratně ztracen.

Tímto způsobem je tedy možné naznačit, kde bychom měli hledat cesty pro zvýšení efektivnosti využití strojů a zařízení. [8]

## 2.3 Metody racionalizace výroby

### 2.3.1 Členění času spotřebovaného dělníkem v průběhu směny, časová studie

K časovým studiím, které řadíme mimo jiné mezi nejstarší metody racionalizace výroby, patří: snímek pracovního dne, snímek operace, momentové pozorování a metoda dvoustranného pozorování.



**Obr. 5** Členění času spotřebovaného pracovníkem v průběhu směny [1]

### 2.3.2 Snímek pracovního dne

Snímek pracovního dne můžeme definovat jako nepřetržité pozorování, zaznamenávání a hodnocení spotřeby pracovního času pracovníka nebo skupiny pracovníků během dané směny. Díky tomu je možné pozorovat práci dělníka, činnost zařízení, ale i případné nedostatky nastávající při výrobě.

**Tab. 1** Vzor pozorovacího listu – vyhodnocovací část [1]

OZNAČENÍ ČASU		SKUTEČNÁ BILANCE PRACOVNÍHO ČASU SMĚNY	
		<i>v minutách</i>	<i>v %</i>
Čas jednotkové práce	$T_{A1}$	324	67,5%
Čas dávkové práce	$T_{B1}$	57	11,9%
Čas směnové práce	$T_{C1}$	8	1,7%
Čas práce	$T_1$	389	81,5%
Čas na oddech	$T_{201}$		
Čas na osobní potřeby	$T_{202}$	12	2,5%
Čas na svačiny	$T_{203}$	20	4,2%
Čas obecně nutných přestávek	$T_2$	32	6,7%
Čas podmíněně nutných přestávek	$T_3$	12	2,5%
Čas osobních ztrát	$T_D$	36	7,5%
Čas technickoorganizačních ztrát	$T_E$	11	2,3%
Čas ztrát celkem	$T_Z$	47	9,3%
Čas směny	$T$	490	100,0%

Zpracované výsledky byly zhotoveny pro daný cíl a vytváří podklad k provedení rozboru.



Skutečný stav ve využívání pracovního času směny můžeme charakterizovat pomocí ukazatelů uvedených v tabulce (tab. 2):

**Tab. 2** Vzor pozorovacího listu – vyhodnocovací část [1]

Název ukazatele	Označení	Způsob výpočtu	Příklad výpočtu	Výsl. v %
Stupeň zaměstnanosti pracovníka	$K_1$	$\frac{T_1 + T_2}{T} \cdot 100$	$\frac{389 + 25}{480} \cdot 100$	86,25
Podíl podmíněně nutných přestávek	$K_2$	$\frac{T'_3}{T} \cdot 100$	$\frac{12}{480} \cdot 100$	2,5
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené pracovníkem	$K_3$	$\frac{T_D + (T'_2 - T_2)}{T} \cdot 100$	$\frac{36 + (32 - 25)}{480} \cdot 100$	8,95
Podíl zbytečné spotřeby času způsobené technicko-organizač. ztrátami	$K_4$	$\frac{T_E}{T} \cdot 100$	$\frac{11}{480} \cdot 100$	2,3
Podíl skutečné spotřeby úrazového času způsobené vyšší mocí	$K_5$	$\frac{T_E}{T} \cdot 100$	$\frac{0}{480} \cdot 100$	-
Celkové procento možného zvýšení produktivity práce	$K_6$	$K_4 + K_5$	$8,95 + 2,3$	11,25
LEGENDA: Symboly doplněné čarou u písmene T vyjadřují skutečnou spotřebu konkrétního času. Symboly bez označení vyjadřují normovanou spotřebu tohoto času.				

V této tabulce se uvádějí ukazatele skutečného využití času směny pracovníka. Následná opatření a jejich realizace vede k odstranění nežádoucí spotřeby času.

### 2.3.3 Druhy snímků pracovního dne

#### a) Snímek pracovního dne jednotlivce

- pozorovatel provádí pozorování jen jednoho pracovníka,

#### b) Snímek pracovního dne čtyři

- pozorovatel provádí pozorování pracovní činnosti skupiny pracovníků,
- musí zaznamenat velikost a druh spotřebovaného pracovního času každého jednotlivce, ale i jaké činnosti provádělo několik členů skupiny současně,

#### c) Hromadný snímek pracovního dne

- pozorovatel současně sleduje dle podmínek až třicet samostatně pracujících dělníků,

#### d) Vlastní snímek pracovního dne

- tento snímek se zaměřuje jen na časové ztráty vzniklé zejména z technických a organizačních nedostatků.

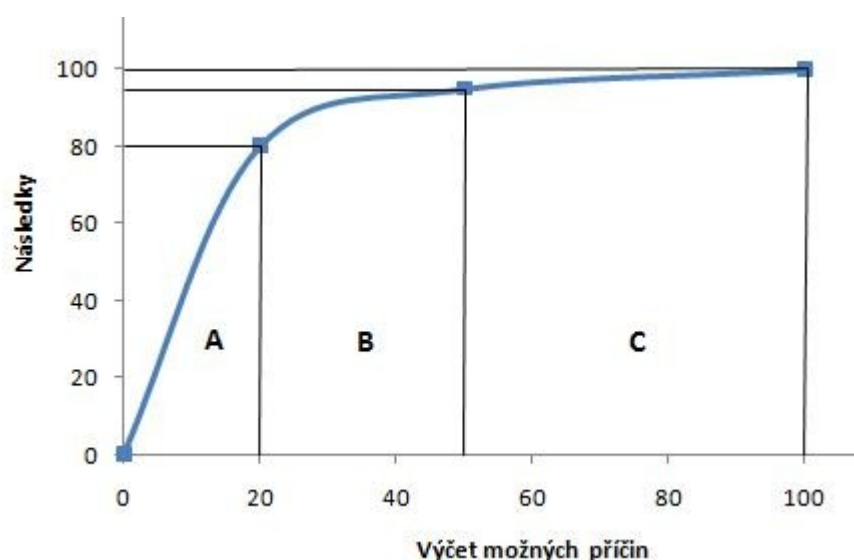
## 2.4 ABC analýza

Analýza ABC je odvozena z obecného tzv. Paretova pravidla. Jak již samotný název napovídá, pravidlo formuloval italský ekonom Vilfred Frederic Damas Paret. Údajně prvním popudem k formulaci tohoto pravidla bylo prosté zjištění faktu, že 80 % italské půdy vlastní jen 20 % Italů. Tento fakt zobecnil Pareto na dnes již klasickou formulaci: Pouze 20 % z výčtu možných příčin způsobí 80 % následků. [5]

Pravidlo skutečně v životě platí a lze ho nejlépe dokázat na množství prakticky ověřitelných tvrzení:

- Přibližně 20 % světových výrobců automobilů obsadilo 80 % českého trhu s automobily.
- jen 20 % všech registrovaných firem v České republice platí 80 % celkově vybraných daní.
- Pouze 20 % zákazníků v běžné obchodní firmě přináší 80 % tržeb.
- Zhruba 20 % skladových položek zabere 80 % místa ve skladu.

Je jasné, že přesná matematická závislost „80 % na 20 %“ v praxi neexistuje. Obecné pravidlo ale konstatuje, že vztah mezi výčtem možných příčin a následky je vždy nelineární, lze ho graficky znázornit přibližně následovně.



**Obr. 6** Grafické znázornění ABC analýzy

Princip ABC analýzy odvozený od definovaného pravidla spočívá v rozdělení všech příčin do tří kategorií:

1. Příčiny, které ve své sumě způsobují 80 % následků - kategorie příčin **A**.
2. Příčiny, které způsobují dalších 15 % následků - kategorie **B** (příčiny kategorie A a kategorie B již dohromady způsobí 95 % následků).
3. Příčiny, které způsobují již jen 5 % následků - kategorie příčin **C**.

Podstata analýzy ABC spočívá v klasifikaci sledovaných jevů na tři skupiny A, B, C nebo více skupin, přičemž každé ze skupin se věnuje určitá pozornost:

Skupina **A** - malý počet položek s klíčovým podílem na celkovém objemu zásob. Tyto výrobky mají rozhodující význam pro výrobu. Je nutné jejich sledování.

Skupina **B** - větší počet položek s nižším podílem na trhu.

Skupina **C** - nejběžnější počet položek s nepatrným podílem na celkovém objemu zásob.

### **3. Analýza současného stavu**

#### **3.1 Základní údaje o společnosti**

**Název společnosti:** Společnost ABC

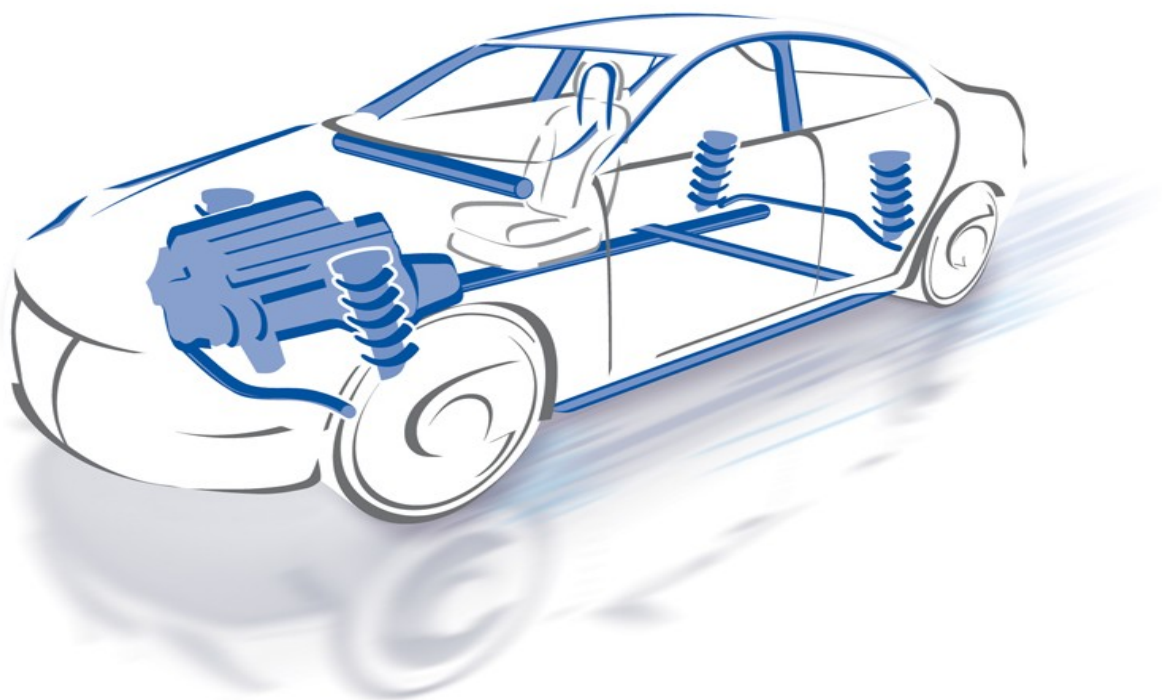
**Právní forma:** Společnost s ručením omezeným

**Vznik společnosti:** 1916

**Předmět podnikání:** podvozkové pružiny, stabilizátory, ventilové pružiny, vačkové hřídele, napínáky klínových řemenů, pružné spony, talířové pružiny, předlokové hřídele, hnací hřídele, opěrky hlav, flexibilně válcované díly.

Společnost ABC působí ve strojírenském průmyslu již od roku 1916. Konkrétně se orientuje na automobilový dodavatelský průmysl, pro který vyrábí velkou škálu výrobků víceméně pro všechny automobilové závody.

Společnost nyní zaujímá vedoucí postavení v již zmíněném odvětví. Její pobočky můžeme najít po celém světě například v Německu, České republice, Švýcarsku, Rakousku, Itálii, Španělsku, Francii, dále v USA, Mexiku, Brazílii, Číně, Japonsku, Indii a podobně.



**Obr. 7** Automobil zobrazující výrobky společnosti ABC [16]

### 3.2 Aktuální stav výroby

Společnosti ABC pracuje v dvousměnném nebo třisměnném provozu. Pracovníci využívají 21 lisů. Do každého z nich je vložen specifický nástroj potřebný pro výrobu určitého druhu stabilizátoru. Je možné mezi sebou nástroje v lisu jakkoliv měnit, případně je přestavět tak, aby byly schopné vyrábět stejné stabilizátory, avšak jiného průměru. U každého lisu pracuje jeden pracovník, který zodpovídá za lis i průběh celé výroby. Nutno podotknout, že jsou mezi lisy umístěny 4 stroje DKB určené taktéž pro výrobu stabilizátorů, avšak těmito se v této práci nebudu zabývat. Schéma výrobní haly naleznete v příloze (příloha A).

#### **Průběh výroby stabilizátorů:**

- Pracovník před započítím práce zkontroluje nástroj, zdali je řádně očištěn a připraven na další použití.
- Doplnuje průběžně materiál do zásobníku.
- Odebírá konečné stabilizátory ze zásobníku a vkládá je do beden.
- Průběžně kontroluje tvar stabilizátoru.
- V případě poruchy opraví daný problém.
- Na konci každé směny proběhne 15 minutová údržba nástroje, která je zaznamenávána do formuláře údržby.
- Pracovník zapisuje průběžné časy do formuláře směny, včetně všech prodlev, které nastaly během výrobního procesu.
- Dále do formuláře zaznamenává počet vyrobených stabilizátorů a zmetky.



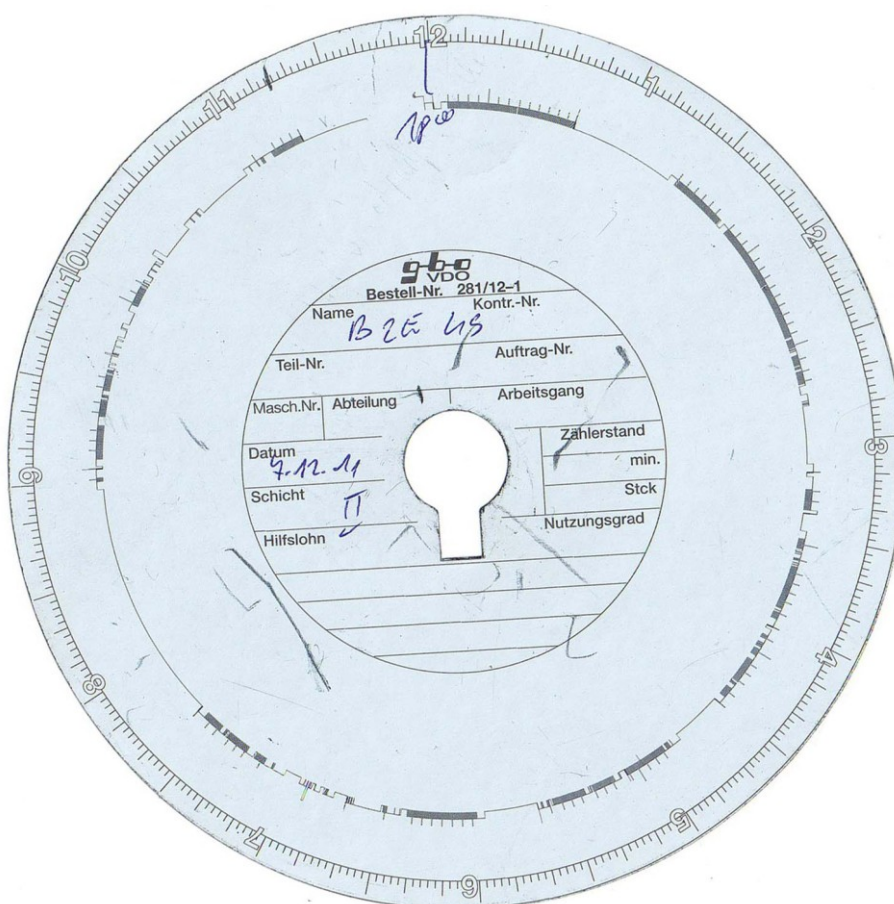
**Obr. 8 Stabilizátory [15]**

### 3.2.1 Formulář směny

U každého pracoviště se nachází formulář směny (příloha B), do kterého pracovník zaznamenává: počet vyrobených stabilizátorů za danou směnu a počet zmetků, čistou dobu produkce, poruchy (mechanickou, elektrickou, hydraulickou), poruchu nástroje, výměnu opotřebovaných součástí, přestavbu, seřízení, údržbu, čekání na materiál, vozíky, pauzu, celkový čas strávený na lisu a ostatní prodlevy, které nastaly při výrobě (veškeré časy jsou uvedeny v minutách). Vyplněné formuláře jsou následně odevzdány na oddělení REFA, kde se tyto údaje vyhodnocují.

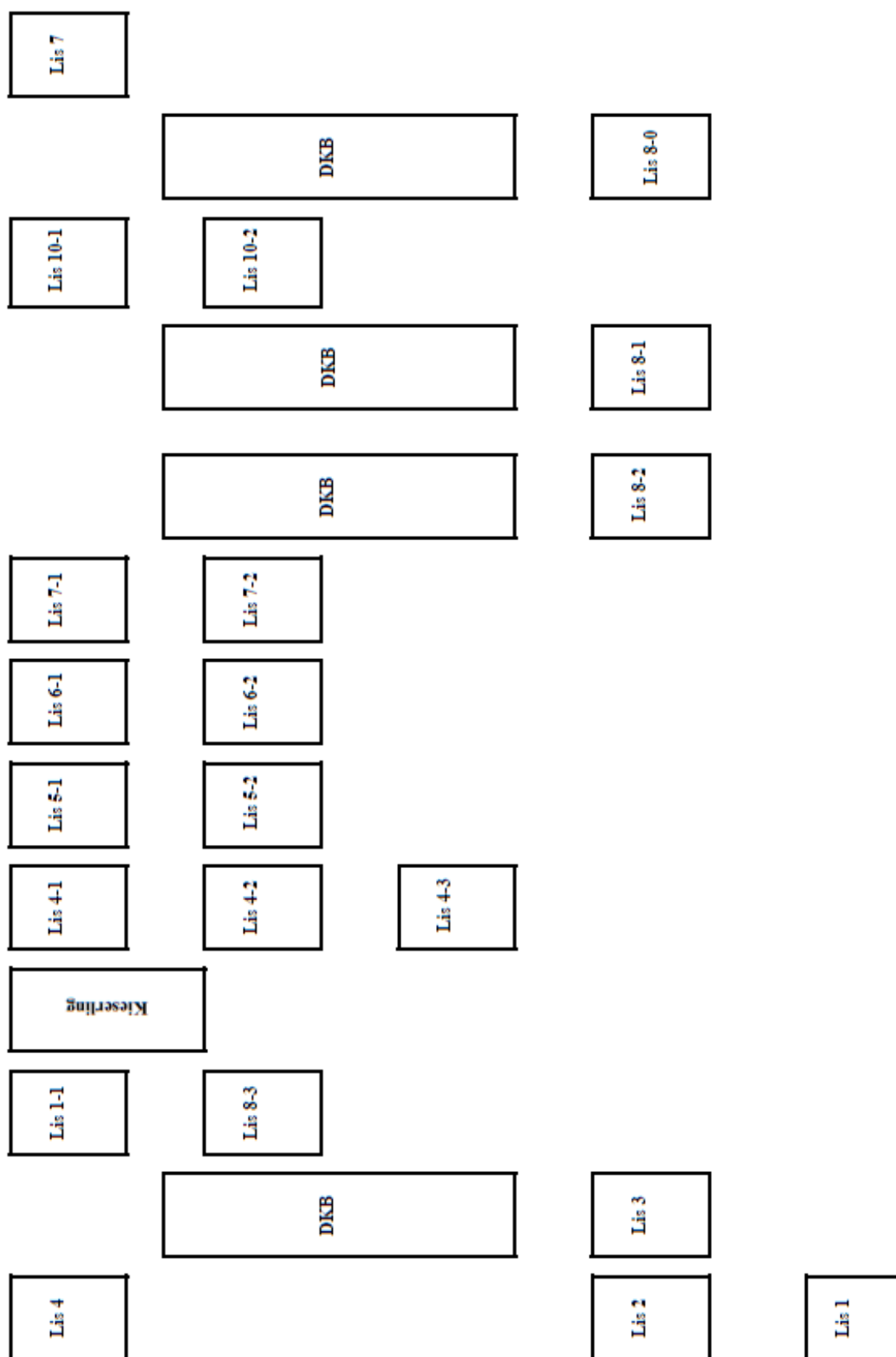
### 3.2.2 Zařízení zaznamenávající činnost a nečinnost lisu

U každého lisu se navíc nachází zařízení nazývané VDO Schreiber, které zaznamenává jeho produkci a dále pak dobu, kdy lis nepracuje. Vše se zaznamenává na zapisovač, kde tmavá část znamená dobu produkce lisu a nezvýrazněná část neprodukcí lisu. Nevýhoda tohoto zařízení je v tom, že pracovníci nemohou zjistit, co přesně zapříčinilo přerušení výroby. Proto se zapisují časové prodlevy do formuláře směny, aby bylo jasné, co bylo přesnou příčinou přerušení výroby v daném okamžiku.



Obr. 9 Příklad zapisovače [16]

### 3.2.3 Schéma rozmístění lisů ve výrobní hale



**Obr. 10** Schéma rozmístění lisů ve výrobní hale

### **3.2.4 Údržba**

Údržba je bezpochyby nedílnou součástí výroby snad v každém strojírenském podniku. Bez ní by výroba byla velmi obtížná a komplikovaná. Proto je i v této oblasti důležitým faktorem, který napomáhá k plynulé výrobě stabilizátoru a zamezuje tím poruchovosti nástroje.

Zaměstnanci provádí údržbu po každé směně (zde se provádí čištění a kontrola nástroje), dále pak týdenní (provádí se čištění, mazání a pneumatika), půlroční (provádí se kontrola nástroje) a roční (provádí se kontrola nástroje). Nyní si jednotlivé typy popíšeme podrobněji.

#### **Druhy údržby**

##### **Denní údržba**

- údržbu provádí obsluha lisu 15 minut na konci každé směny (ranní, odpolední, noční),
- údržba zahrnuje: očištění okolí stroje, kontrolu zadržovací nádrže oleje, vyčištění nádrže oleje, hledání úniků vzduchu (sluchem), kontrolu tlaku vzduchu 7 barů, kontrolu centrálního mazání a očištění čoček kamer.

##### **Týdenní údržba:**

- údržbu provádí obsluha lisu 30 minut jedenkrát týdně, a to vždy v pondělí na ranní směně,
- údržba zahrnuje: vyčištění lisu a nástroje, kontrolu nádrže s mazacím tukem pro stranová vedení popřípadě doplnění tuku (provádí oddělení údržby nástroje), kontrolu množství hydraulického oleje v nádrži, doplnění oleje a vypuštění kondenzátu.

##### **Půlroční údržba:**

- provádí specializovaná oddělení (údržba elektro, údržba nástroje),
- údržba zahrnuje: kontrolu všech vypínačů na funkčnost a poškození, kontrolu elektroskříní na znečištění, zkontrolování všech kontrollek na zařízení, mechanicky a elektricky zkontrolovat ochranné oplocení a dveře.

##### **Roční údržba**

- provádí specializované oddělení,
- údržba zahrnuje: dotažení všech šroubových spojení v elektroskříních, kontrolu hydraulického oleje na přítomnost cizích částic, kontrolu tlakové nádrže dusíku.



Ke všem druhům údržby jsou sestaveny dokumenty tzv. „Plány údržby“ (příloha C, D, E), kde se zaznamenávají veškeré opravy, případně poruchy, které v průběhu výroby nastaly. Navíc je ke každému nástroji sestavena obrazová dokumentace, ve které jsou vyobrazeny detailní snímky dané opravy a vedle tohoto vyobrazení se nachází i podrobný popis opravy. Každý obraz má přidělené své vlastní číslo uvedené u každé operace. Tímto si pracovník může prohlédnout jakoukoliv operaci, nebo si přečíst textový návod v případě neznalosti. Vše je uloženo ve složkách, které se nacházejí přímo na pracovišti vedle lisu.

### 3.3 Analýza činnosti lisu

#### 3.3.1 Oddělení REFA

Oddělení REFA se zabývá veškerými číselnými hodnotami, které se týkají lisu. Zde zaměstnanci vyhodnocují elektronicky jednotlivé měsíce, kde zapisují počet vyrobených stabilizátorů, zmetků, poruchy nástroje, časové prodlevy. Jednou z činností je i měření taktu daného nástroje, ze kterého zjistíme, kolik stabilizátorů je možné vyrobit za minutu, hodinu atd. Dále se zjišťuje například GEFF (kusy skutečně vyrobené/ kusy, které by byly vyrobeny čistým taktem bez prostojů) a časové prostoje.

#### **Měření taktu**

Jedná se o časový interval mezi dokončením dvou po sobě následujících operací nebo součástí (výrobků). Níže (tab. 3) jsou uvedeny naměřené hodnoty, ze kterých se vypočítá průměrná hodnota a poté takt nástroje.

**Tab. 3** Měřený takt

Naměřený takt	Průměrná hodnota	Takt nástroje
18s	18s	200ks/hod
18s		
19s		
18s		
17s		

$$Takt = \frac{60 \cdot 60}{18} = 200ks/h$$

kde  $60 \cdot 60$  je z důvodu převodu sekund na hodiny

## Výpočet GEFF

Příklad: Takt stroje je 250 kusů za hodinu. Máme vyrobit 1000 kusů.

Čas potřebný na výrobu při čistém taktu:

$$\text{Čas} = \frac{\text{počet kusů}}{\text{takt stroje}} = \frac{1000}{250} = 4 \text{ hodiny} = 240 \text{ minut}$$

Celkové prostoje:

Mechanická porucha	35 minut
Elektrická porucha	40 minut
Doladění tvaru	20 minut
Celkové prostoje	95 minut

$$GEFF = \frac{\text{čas při čistém taktu}}{\text{čas při čistém taktu} + \text{celkové prostoje}} = \frac{240}{240 + 95} = 71,6\%$$

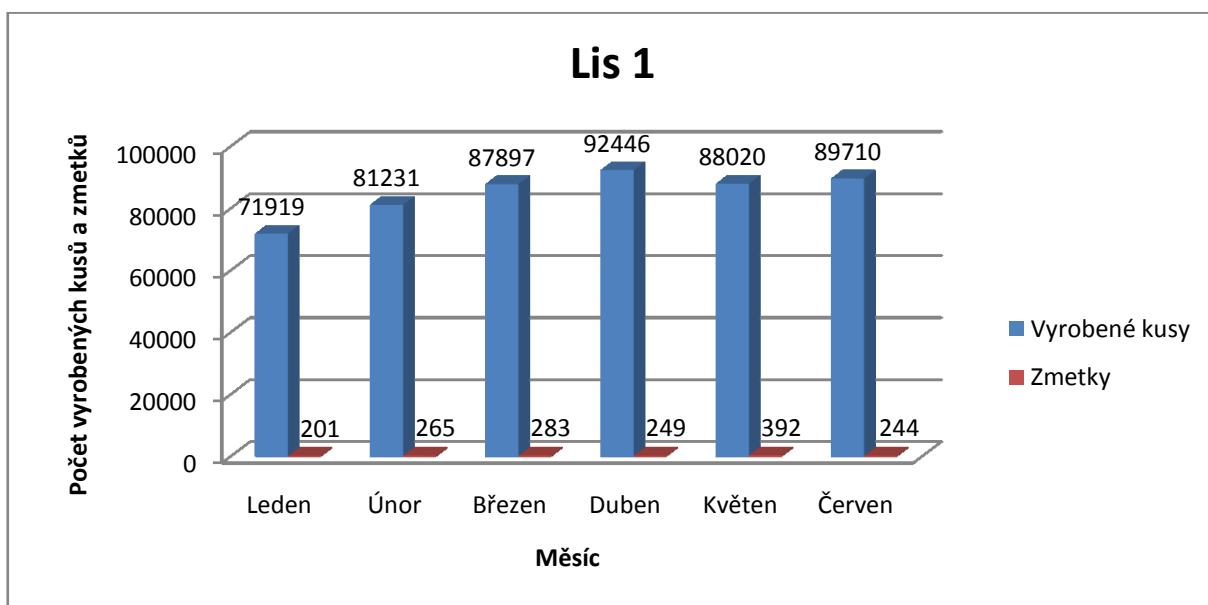
*Pozn.: Veškeré hodnoty jsou vymyšlené a dané výpočty slouží jako příklad výpočtu GEFF.*

### 3.3.2 Zpracování dat

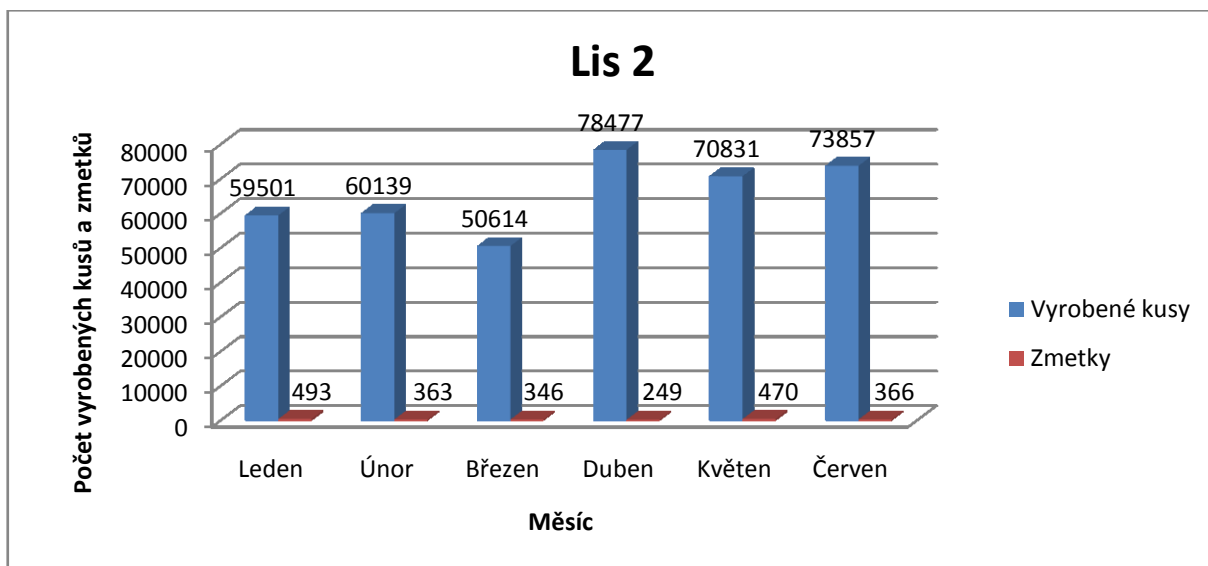
K dispozici mi byly poskytnuty záznamy prvního půlroku 2011, ze kterých jsem vyhotovil tabulky. V první části je uvedeno kolik stabilizátorů a zmetků bylo vyrobeno v daném měsíci a v druhé části jsou uvedeny doby trvání jednotlivých činností a to například: čistá doba produkce, poruchy (mechanická, elektrická, hydraulická), porucha nástroje, výměna opotřebovaných součástí, přestavba, seřízení, údržba, čekání na materiál, vozíky, pauza a ostatní prodlevy, které nastaly při výrobě. Následně jsem provedl součet jednotlivých položek a sestavil analýzu ABC pro druhou část. Nutno podotknout, že celá analýza je prováděna na přání společnosti ABC pro dva konkrétní nástroje, které jsou označovány dále jako Lis 1 a Lis 2. Následující tabulky (tab. 4, 5) zobrazují, kolik bylo vyrobeno stabilizátorů a zmetků za daný měsíc pro každý z nich.

**Tab. 4** Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc pro Lis 1

Měsíc	Vyrobené kusy [ks]	Zmetky [ks]
Leden	71 919	201
Únor	81 231	265
Březen	87 897	283
Duben	92 446	249
Květen	88 020	392
Červen	89 710	244
<b>Σ</b>	<b>511 223</b>	<b>1634</b>

**Graf 1** Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc**Tab. 5** Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc pro Lis 2

Měsíc	Vyrobené kusy [ks]	Zmetky [ks]
Leden	59 501	493
Únor	60 139	363
Březen	50 614	346
Duben	78 477	249
Květen	70 831	470
Červen	73 857	366
<b>Σ</b>	<b>393 419</b>	<b>2287</b>



**Graf 2** Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc

Následující tabulka (tab. 6) obsahuje seznam poruch, včetně všech časových prodlev.

**Tab. 6** Výčet poruch zařízení, včetně prodlev a jejich doba trvání pro Lis 1

Lis 1	Poruchy [min]									Organizační [min]				
	Lis			Nástroj						Čekání		Práce na jiném stroji	Ostatní	
Měsíc	Mechanická	Elektrická	Hydraulická	Nástroj	Výměna součástí	Doladění tvaru [min]	Přestavba [min]	Seřízení [min]	Údržba / čištění [min]	Na materiál	Na vozíky/bedny			
Leden	290	570	145	570	790	1030	0	0	380	0	305	0	150	0
Únor	205	1735	120	30	815	630	20	0	240	0	80	0	105	0
Březen	540	435	270	560	1015	1075	0	0	290	0	0	0	150	0
Duben	520	365	60	390	660	950	0	0	90	0	30	0	0	0
Květen	540	690	90	180	1470	2050	0	0	160	0	0	0	120	0
Červen	550	530	40	270	1010	680	0	0	170	0	0	0	120	0
Σ	2645	4325	725	2000	5760	6415	20	0	1330	0	415	0	645	0
%	10,89	17,81	2,98	8,237	23,72	26,42	0,083	0	5,477	0	1,70	0	2,65	0

### Příklad výpočtu pro Lis 1:

Součet doby trvání jednotlivých činností za 6 měsíců:

$$\sum_{celk.} = 2645 + 4325 + 725 + 2000 + 5760 + 6415 + 20 + 0 + 1330 + 0 + 415 + 0 + 645 + 0 = 24\,280 \text{ min}$$

Výpočet v procentech pro mechanickou poruchu:

$$x_{meh.} = \frac{\sum_{meh.} \cdot 100}{\sum_{celk.}} = \frac{2645 \cdot 100}{24\,280} = 10,894\% \quad \text{kde } \sum_{meh.} = 2645 \text{ min}$$

Následující tabulka (tab. 7) obsahuje seznam poruch, včetně všech časových prodlev.

**Tab. 7** Výčet poruch zařízení, včetně prodlev a jejich doba trvání pro Lis 2

Lis 2	Poruchy [min]					Doladění tvaru [min]	Přestavba [min]	Seřízení [min]	Údržba / čištění [min]	Organizační [min]				Pauza [min]
	Lis			Nástroj						Čekání		Práce na jiném stroji	Ostatní	
Měsíc	Mechanická	Elektrická	Hydraulická	Nástroj	Výměna součástí					Na materiál	Na vozíky/bedny			
Leden	810	885	20	960	1335	3900	660	410	510	0	340	0	675	0
Únor	625	600	170	870	1415	2845	260	150	510	0	240	0	350	0
Březen	940	460	0	800	570	2100	900	990	260	0	100	0	740	0
Duben	365	60	0	570	810	1215	710	910	550	0	90	0	340	0
Květen	545	685	0	1280	1060	2360	690	730	655	0	140	0	985	0
Červen	415	140	240	805	835	2575	960	940	600	0	200	0	1040	0
Σ	3700	2830	430	5285	6045	14995	4180	4130	3085	0	1110	0	4130	0
%	7,412	5,669	0,86	10,587	12,109	30,038	8,37	8,27	6,17	0	2,22	0	8,27	0

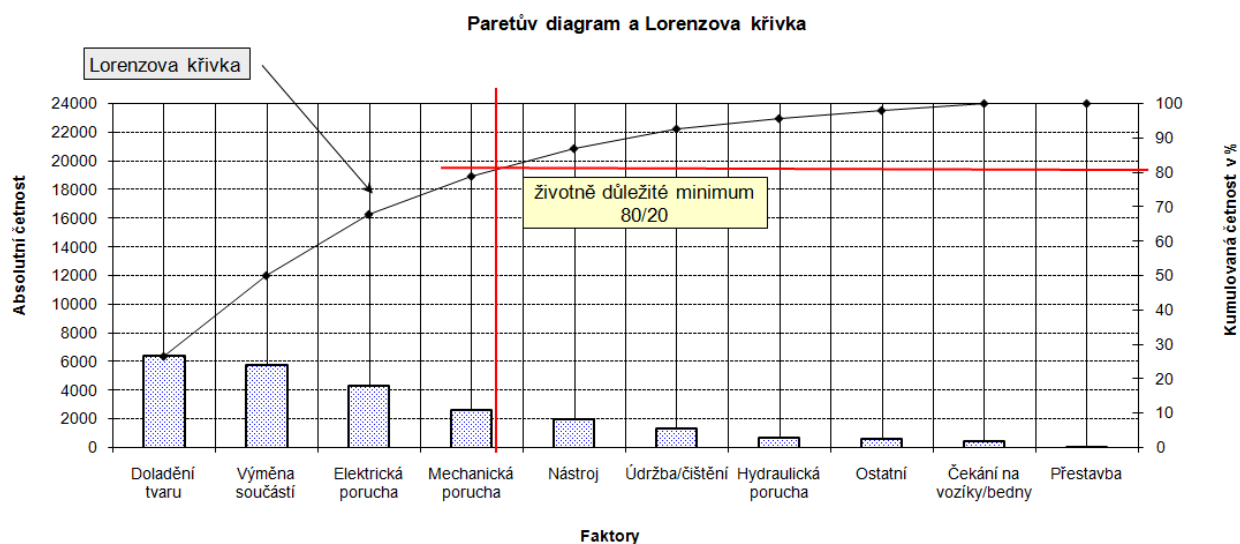
### 3.4 ABC analýza

Po vypracování tabulek a vypočtení procentuelních hodnot jsem jednotlivé položky roztřídil do třech kategorií označených písmeny A B C. Kategorie A obsahuje položky, které trvají nejdéle a měla by jim být věnována největší pozornost. Kategorie B obsahuje položky, které nejsou tak časově náročné jako předešlá kategorie, ale i přesto by jim měla být věnována pozornost. Poslední kategorie C obsahuje položky nejméně časově náročné, ale i ty by neměly zůstat bez povšimnutí.

**Tab. 8** Analýza ABC pro Lis 1

	Poruchy, časové prodlevy	Absolutní četnost	Absolutní četnost [%]	Kumulovaná četnost	Kumulovaná četnost (%)
A	Doladění tvaru	6415	26,420	6415	26,420
	Výměna součástí	5760	23,724	12175	50,144
	Elektrická porucha	4325	17,814	16500	67,957
	Mechanická porucha	2645	10,894	19145	78,850
B	Nástroj	2000	8,237	21145	87,088
	Údržba/čištění	1330	5,477	22475	92,565
	Hydraulická porucha	725	2,985	23200	95,551
C	Ostatní	645	2,656	23845	98,208
	Čekání na vozíky/bedny	415	1,709	24260	99,917
	Přestavba	20	0,084	24280	100
	Seřízení	0	0	0	0
	Čekání na materiál	0	0	0	0
	Práce na jiném stroji	0	0	0	0
	Pauza	0	0	0	0
<b>Σ</b>		24 280	100		

Z tabulky (tab. 8) je zřejmé, že nejdéle trvající položky jsou: doladění tvaru, výměna součástí, elektrická porucha a mechanická porucha. Mezi středně trvající položky patří: nástroj, údržba/čištění a hydraulická porucha. A poslední nejméně časově náročná kategorie obsahuje následující položky: ostatní, čekání na vozíky, přestavba, seřízení, čekání na materiál, práce na jiném stroji a pauza.

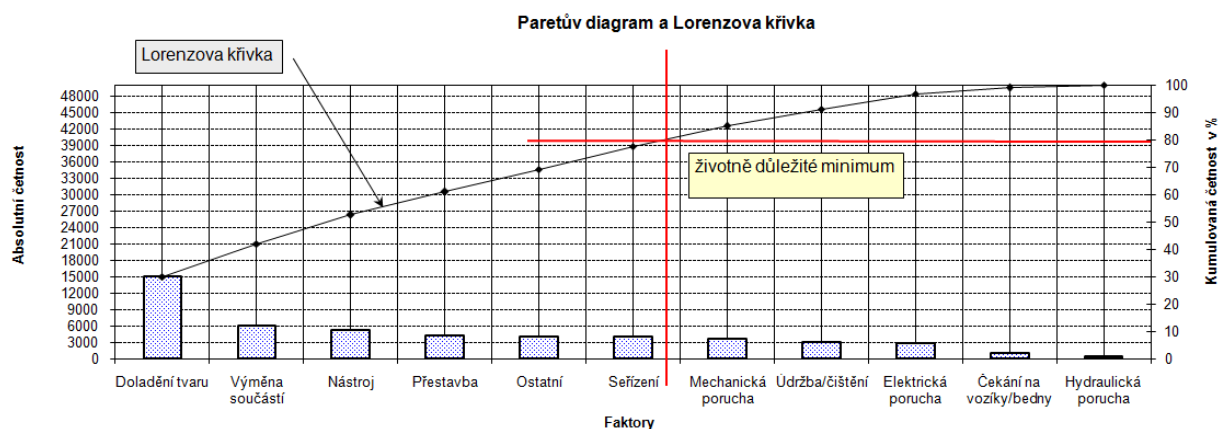


**Graf 3** Grafické vyhodnocení jednotlivých operací pro lis 1

**Tab. 9** Analýza ABC pro Lis 2

	Poruchy, časové prodlevy	Absolutní četnost	Absolutní četnost [%]	Kumulovaná četnost	Kumulovaná četnost (%)
A	Doladění tvaru	14995	30,038	14995	30,038
	Výměna součástí	6045	12,109	21040	42,147
	Nástroj	5285	10,587	26325	52,734
	Přestavba	4180	8,374	30505	61,107
	Ostatní	4130	8,274	34635	69,381
	Seřízení	4130	8,273	38765	77,654
B	Mechanická porucha	3700	7,412	42465	85,066
	Údržba/čištění	3085	6,179	45550	91,245
C	Elektrická porucha	2830	5,669	48380	96,915
	Čekání na vozíky/bedny	1110	2,224	49490	99,138
	Hydraulická porucha	430	0,861	49920	100
	Čekání na materiál	0	0	0	0
	Práce na jiném stroji	0	0	0	0
	Pauza	0	0	0	0
<b>Σ</b>		49920	100		

Z tabulky (tab. 9) je zřejmé, že nejdéle trvající položkou je doladění tvaru, výměna součástí, nástroj, přestavba, ostatní a seřízení. Středně trvající položka je: mechanická porucha a údržba/čištění. A poslední nejméně časově náročná kategorie obsahuje následující položky: elektrická porucha, čekání na vozíky/bedny, hydraulická porucha, čekání na materiál, práce na jiném stroji a pauza.



**Graf 4** Grafické vyhodnocení jednotlivých operací pro lis 2

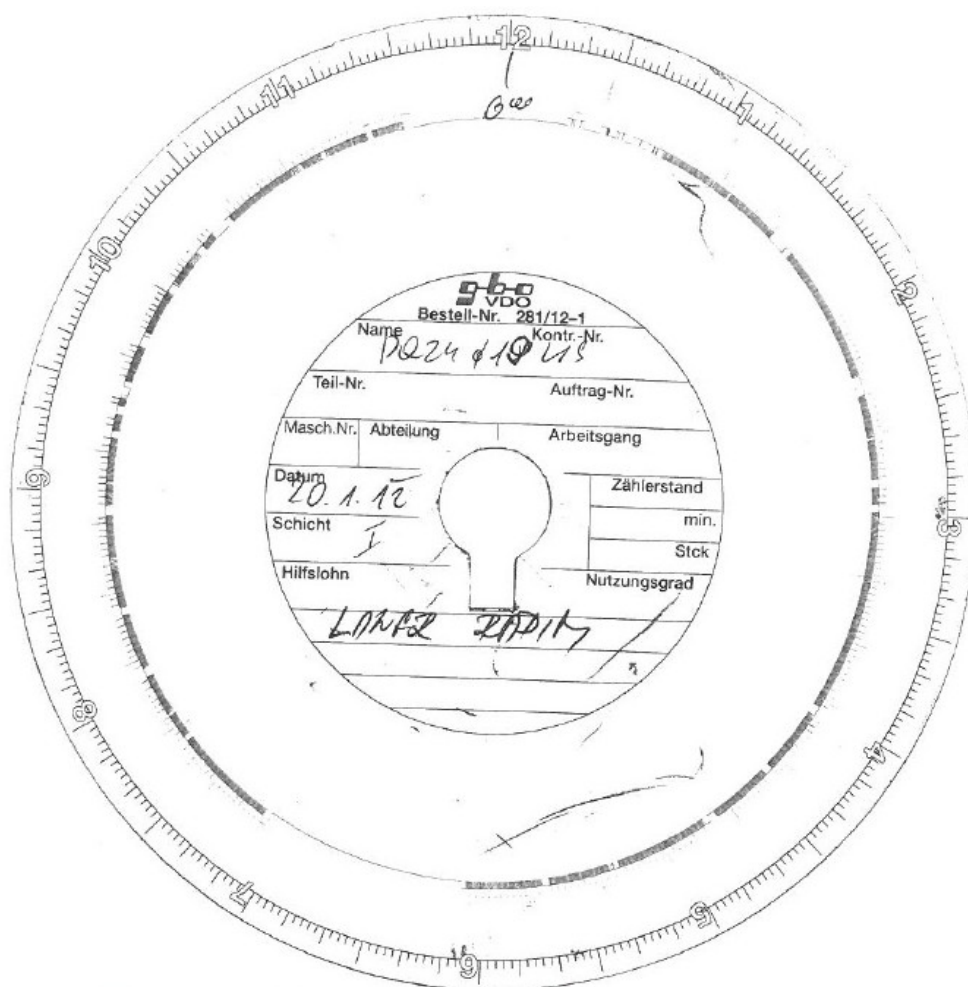


### 3.5 Snímek pracovního dne

Pro přesnější zjištění úzkých míst jsem provedl měření dvanáctihodinové směny pro lis 2. Úkolem bylo zjistit počet vyrobených kusů v určitém čase, zaznamenávat prostoje a sledovat případné nedostatky při výrobě. V tabulce (tab. 10) je parné, kolik bylo vyrobeno kusů v danou dobu a na obrázku (obr. 11) je zobrazen zapisovač této směny, zaznamenávající jeho činnost i nečinnost. Při výrobě nastávaly nepatrné prostoje, zapříčiněné údržbou nástroje, seřízením jeho tvaru a doplněním oleje. V průběhu výroby jsem také identifikoval značný nedostatek beden, určených pro vložení hotových stabilizátorů případně zmetků a nedostatek či nedostupnost elektrických paletových vozíků. Dále pracovník průběžně nezapisoval prostoje do formuláře směny, což způsobuje zaznamenání nepřesných dob trvání jednotlivých činností a jejich následné vyhodnocení není tím pádem přesné. Proto by bylo vhodné přijmout nového pracovníka, který by dohlížel na plynulý chod výroby.

**Tab. 10** Počet vyrobených kusů v daný čas

Čas	Počet vyrobených kusů
6:00	0
7:00	61
8:00	227
9:00	384
10:00	563
11:00	737
12:00	915
13:00	915
14:00	1085
15:00	1264
16:00	1434
17:00	1596
18:00	1612



Obr. 11 Zapisovač směny

### Sumarizace měření:

Tab. 11 Výsledné hodnoty měření

Kusů za směnu dobrých [ks]	1612
Kusů za směnu špatných [ks]	6
Kusů za směnu celkem [ks]	1618
Naměřený takt [s]	18,9
Kusů za hodinu [ks/h]	190,5
Směna [min]	660
Soll kusy [ks]	2095
Ist kusy [ks]	1618
<b>GEFF</b>	<b>77,2%</b>

Jak je vidno (tab. 11), celkem bylo za 12-ti hodinovou směnu vyrobeno 1618 kusů, z čehož bylo 1612 kusů dobrých a 6 špatných. Avšak samotná výroba probíhala o hodinu méně, tudíž 11 hodin, a to z toho důvodu, že hodinu probíhala přestávka, která se nezapočítává do výpočtu GEFF. V průběhu jsem také změřil takt, který činil 18,9s. Z taktu jsem vypočítal, kolik kusů je možné vyrobit za hodinu, dále jsem určil soll kusy (kusy vyrobené čistým taktem bez prostojů) a Ist kusy (kusy vyrobené za celou směnu). Nakonec jsem vypočítal GEFF, který za danou směnu činil 77,2%.

### Výpočet:

Počet vyrobených kusů za hodinu:

$$Kusy\ za\ hodinu = \frac{60 \cdot 60}{naměřený\ takt} = \frac{60 \cdot 60}{18,9} = 190,476 \Rightarrow 190,5ks/h$$

Počet vyrobených kusů čistým taktem:

$$Soll\ kusy = \frac{kusy\ za\ hodinu}{60} \cdot délka\ směny = \frac{190,5}{60} \cdot 660 = 2095,5 \Rightarrow 2095ks$$

Počet kusů za směnu celkem:

$$Ist\ kusy = Kusy\ za\ směnu\ celkem$$

Výpočet GEFF:

$$GEFF = \frac{Ist\ kusy}{soll\ kusy} = \frac{1618}{2095} \cdot 100 = 77,2\%$$

### GEFF

Z interních podkladů společnosti ABC jsem vypsal GEFF za jednotlivé měsíce.

**Tab. 12** GEFF v daný měsíc Lis 1

Lis 1 2011	GEFF
Leden	66,1%
Únor	68,2%
Březen	67,5%
Duben	42,3%
Květen	67,3%
Červen	69,3%
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>63,5%</b>

**Tab. 13** GEFF v daný měsíc Lis 2

Lis 2 2011	GEFF
Leden	53,6%
Únor	55,8%
Březen	50,9%
Duben	63,7%
Květen	57,7%
Červen	59,0%
<b>Průměrná hodnota</b>	<b>56,8%</b>

## **4. Specifikace problému**

### **4.1 Identifikace poruchovosti nástroje**

Hlavním problémem stávající výroby je poruchovost nástroje. Tento faktor nemůžeme jakkoli předpovídat, ale jde mu alespoň z malé části předejít. Při výrobě totiž vznikají odstřižky, okuje, odtéká olej do olejové vany, a proto je velmi důležitá údržba. Pokud ale dostatečně neodstraníme veškeré nečistoty, je velká pravděpodobnost, že se nástroj zanele nečistotami a přestane pracovat. Kvalitní údržbou tedy značně předejdeme poruchovosti nástroje a zefektivníme tím celou výrobu. Rozborem stávajícího systému jsem identifikoval tyto problémy:

- nedostatek ročních údržeb.

### **4.2 Identifikace časových prodlev**

Jedním z problémů stávajícího systému jsou také časové prodlevy, které nastávají při výrobě. Úkolem je najít všechna úzká místa, která brání plynulé výrobě a tím i celé efektivitě práce. Rozborem jednotlivých položek (tab. 6, 7) ovlivňujících výrobu a provedením jejich vyhodnocení jsem identifikoval následující problémy:

- vysoké časové ztráty při doladování tvaru nástroje, výměně součástí a seřízení,
- nedostatek / nedostupnost beden určených pro uložení stabilizátorů popřípadě zmetků,
- nedostatek / nedostupnost paletových vozíků,
- časové ztráty, které nejsou přímo identifikovány, tzn.: časové ztráty s označením „Ostatní“.

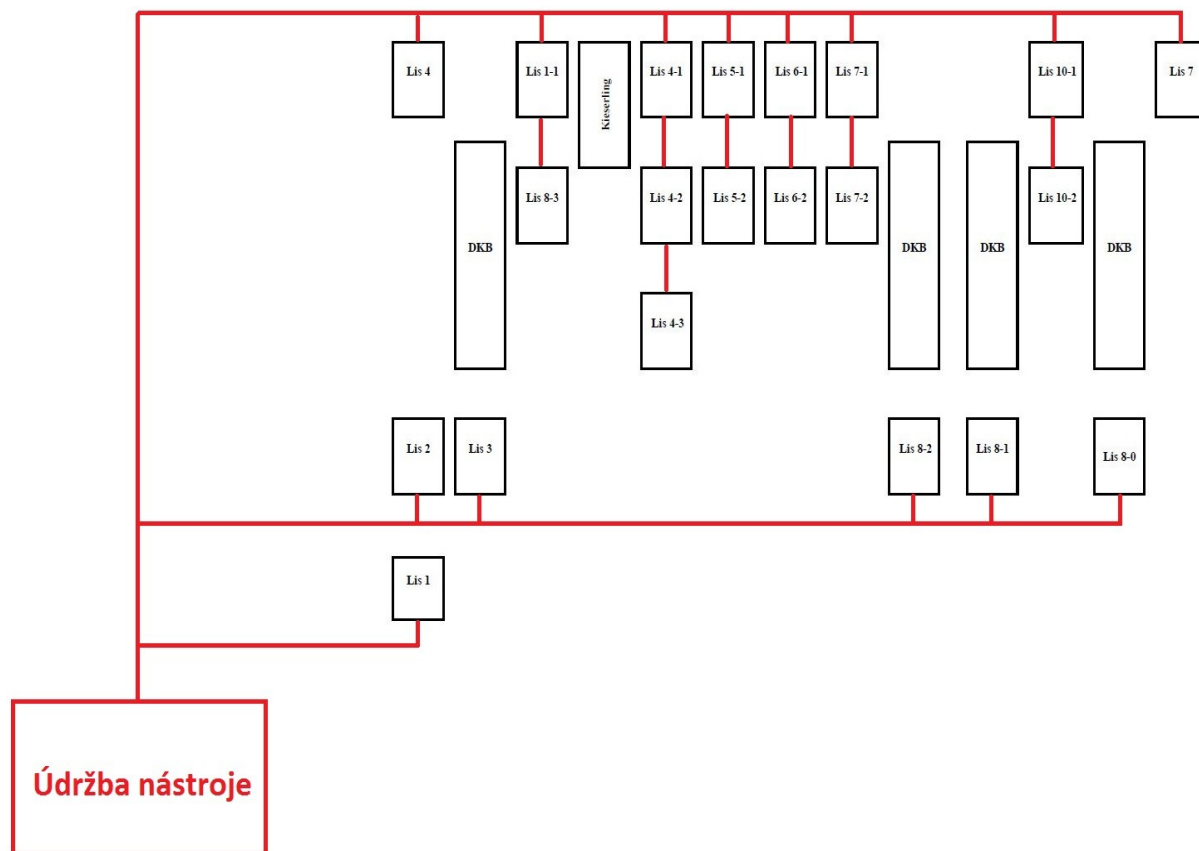
## 5. Návrh řešení

Tato kapitola obsahuje několik návrhů řešení zaměřené na zkrácení časových prodlev a snížení poruchovosti nástroje.

### 5.1 Snížení poruchovosti nástroje

Hlavním cílem tohoto řešení je snížení poruchovosti nástroje. Jak jsem již zmínil, tento faktor nemůžeme jakkoliv předpovídat, ale lze mu alespoň z části předejít. Jednou z možností je zkvalitnění plánování výroby. Ve výrobě totiž nastávají okamžiky, kdy není lis v provozu a tento volný čas není nijak využit. Pakliže by plánovač vzal do úvahy tyto odstávky, zbylo by více času právě na velkou roční údržbu, čímž by byly kontroly nástroje pravidelnější a předešlo by se poruchám.

Pracoviště, kde se provádí zmíněná roční údržba, se nachází poměrně daleko od lisů (obr. 12). Jelikož je manipulace s nástrojem obtížná, bylo by vhodné ve výrobní hale vyčlenit jiné místo, umístěné blíže k pracovišti lisů. Nové místo vyčleněné pro údržbu nástroje je zobrazeno v příloze (příloha F).



**Obr. 12** Schéma cesty k současné údržbě nástroje

## 5.2 Snížení časových prodlev

### Vysoké časové ztráty při doladování tvaru nástroje, výměně součástí a seřízení a podobně

Nejvíce času zabere doladování tvaru nástroje a to u obou z lisů. Mezi další déle trvající činnosti řadíme následující: výměnu součástí, elektrickou poruchu, poruchu nástroje a přestavbu. Procentuelní vyhodnocení položek můžete vidět v tabulkách (tab. 8, 9). Zkrácení doby oprav případně seřízení nástroje lze předejít využitím více zaměstnanců na jeden lis. V současné době se jakékoliv opravě věnuje jen jeden pracovník, ale pokud bychom využili dvou pracovníků na opravy, zkrátit by se čas na polovinu a zvýšila by se produkce.

### Nedostupnost vozíků a beden

Při výrobě nastávají situace, kdy pracovník nemá k dispozici vozík, určený například pro přemisťování beden z místa na místo, nebo k doplňování materiálu do zásobníku. V současné době mají pracovníci k dispozici čtyři paletové vozíky, z nichž je jeden nefunkční. Navíc se jedná o elektrické vozíky a je nutné jejich průběžně dobíjení. Vhodným řešením by byl nákup dalších dvou vozíků a jejich vhodné rozmístění po pracovišti tak, aby měl pracovník vozík snadno k dispozici a nemusel čekat, než se uvolní.

Při výrobě nastávají také situace, kdy pracovník nemá k dispozici bedny, do nichž se vkládají již hotové stabilizátory popřípadě zmetky. Hledáním volných beden ztrácí pracovník čas, který by jinak věnoval obsluze lisu.



**Obr. 13** Vysokozdvíhový elektrický vozík [13]



**Obr. 14** Kovové bedny [14]

V rámci řešení jsem provedl analýzu pracoviště a snažil se najít vhodné volné místo pro uložení prázdných beden tak, aby byly snadno dostupné všem pracovníkům. Bedny jsou dováženy na přání pracovníků obsluhou pojezdových vysokozdvížných vozíků. Kdyby byl tento pracovník pověřen nadřizeným, aby při průjezdu danou lokalitou kontroloval volné bedny a průběžně je doplňoval, byly by bedny vždy pracovníkům k dispozici. Výsledné místo pro bedny jsem vyčlenil naproti stroje DKB, kde by bylo možné uložit až 24 volných beden. Místo vyčleněné pro bedny naleznete v příloze (příloha G).

### **Časové ztráty s označením „Ostatní“**

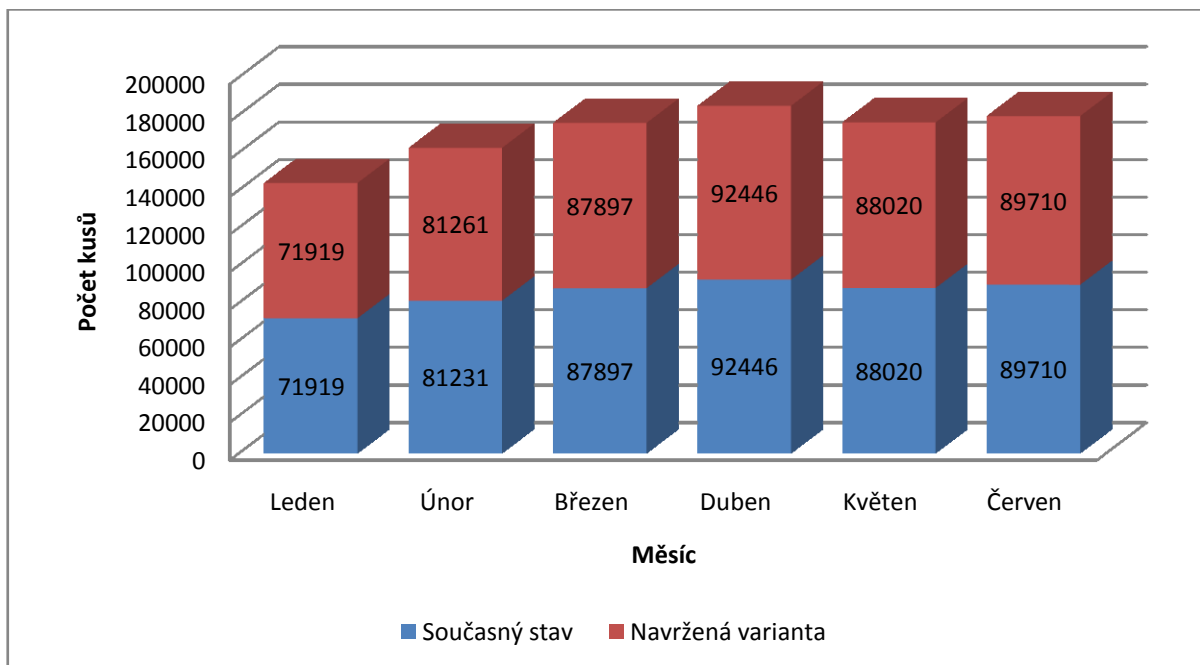
Tyto časové ztráty zahrnují situace, které nelze přímo identifikovat, a tudíž není možné zjistit, kde dochází k prodlevám. Jednou z nich je například špatně vypsáný formulář směny. Příklad špatně vypsáného formuláře: jedna směna trvá celkově 480 minut, přičemž je na lístku uvedeno, že 350 minut trvala čistá produkce, 50 minut elektrická porucha, 30 minut pauza, což v součtu dává 430 minut. Z tohoto vyplývá, že 50 minut zapomněl pracovník zaznamenat do formuláře. A právě tento čas se zapisuje do kolonky označené „Ostatní“. Další možnou situací je, když se liší skutečný takt od předpokládaného. Proto je nutné, aby každý pracovník na konci směny zkontroloval formulář, zda je v pořádku. Bylo by tedy vhodné pověřit pracovníka, který by zodpovídal za plynulý chod výroby a průběžně kontroloval jednotlivé činnosti.

## 6. Zhodnocení navrženého řešení

Kvalitní údržbou tedy značně předejdeme poruchovosti nástroje a zefektivníme tím celou výrobu. Použitím navrženého řešení se zvýší počet vyrobených kusů a sníží se časové prodlevy. Aby bylo možné uskutečnit všechna navržená řešení, je nutno přijmout dalšího pracovníka, který by dohlížel na výrobu, kontroval formuláře směny, zdali jsou průběžně vyplňovány a v neposlední řadě i tvar výsledného stabilizátoru. Náklady na provoz tedy vzrostou o jednu mzdu.

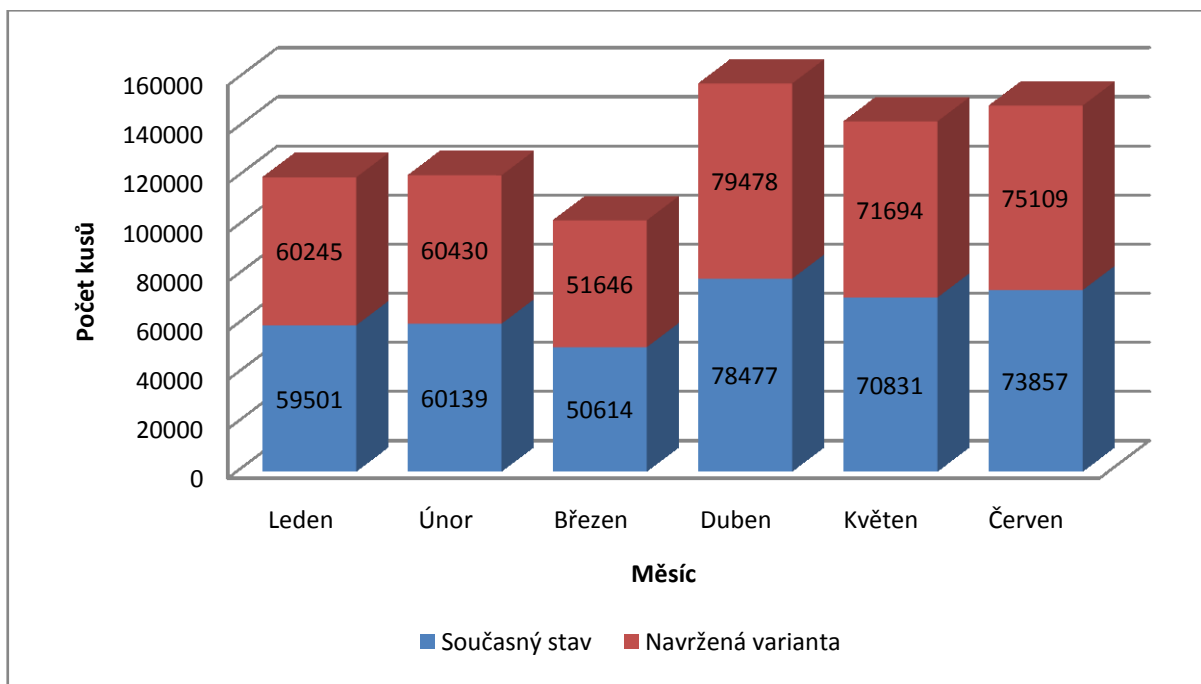
### Snížení časových ztrát

Jedinou možnou operací, na kterou lze využít dvou zaměstnanců je přestavba nástroje. U této činnosti se může každý pracovník věnovat jedné straně nástroje a doba potřebná pro přestavbu se tím zkrátí víceméně na polovinu. U ostatních operací, se bohužel nedá využít více pracovníků, a to z důvodu, že by si navzájem překáželi, nebo by nebylo možné dostatečně seřadit nástroj z důvodu rozdílné manipulace s nástrojem. Níže je znázorněno množství stabilizátorů vyrobených v rozmezí prvního půlroku 2011. Při použití navrženého řešení bude možno vyrobit u lisu 1 o 30 kusů více a u lisu 2 o 5181 kusů více, nežli tomu bylo při současném stavu.



**Graf 5** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1

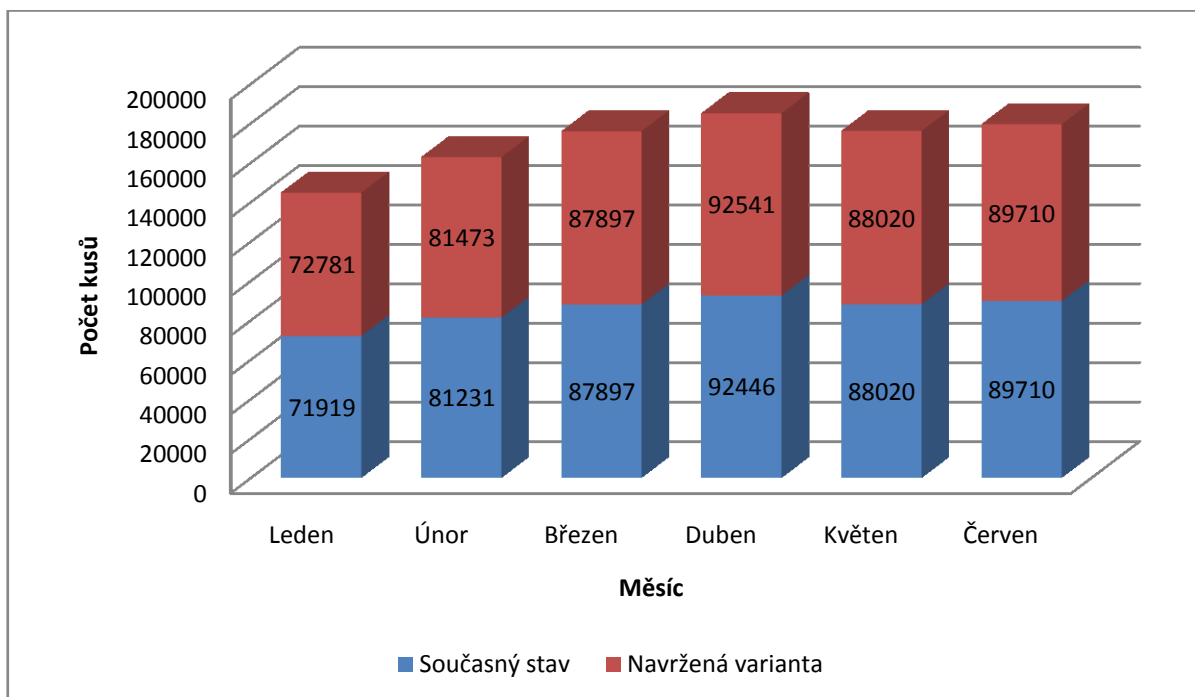




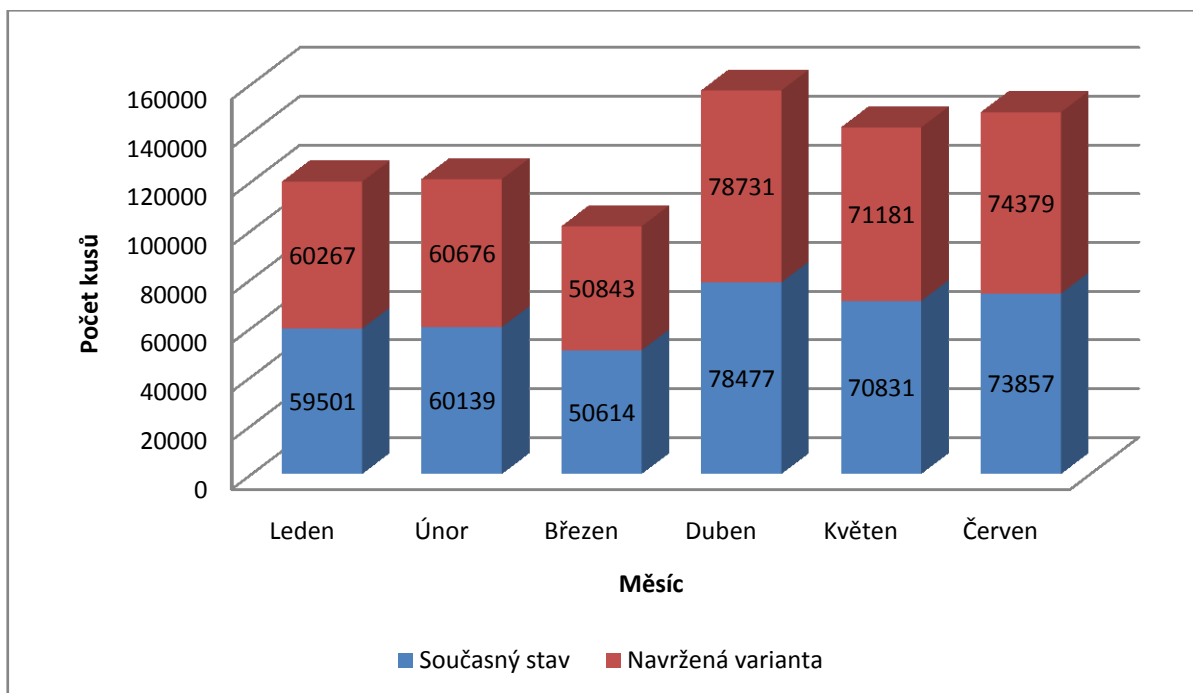
**Graf 6** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2

#### Nedostupnost vozíků a beden

Odstraněním časových ztrát z hlediska nedostupnosti vozíků a beden by se vyrobilo v rozmezí prvního půlroku 2011 u lisu 1 o 1198 kusů více a u lisu 2 o 2657 kusů více, nežli tomu bylo při současném stavu.



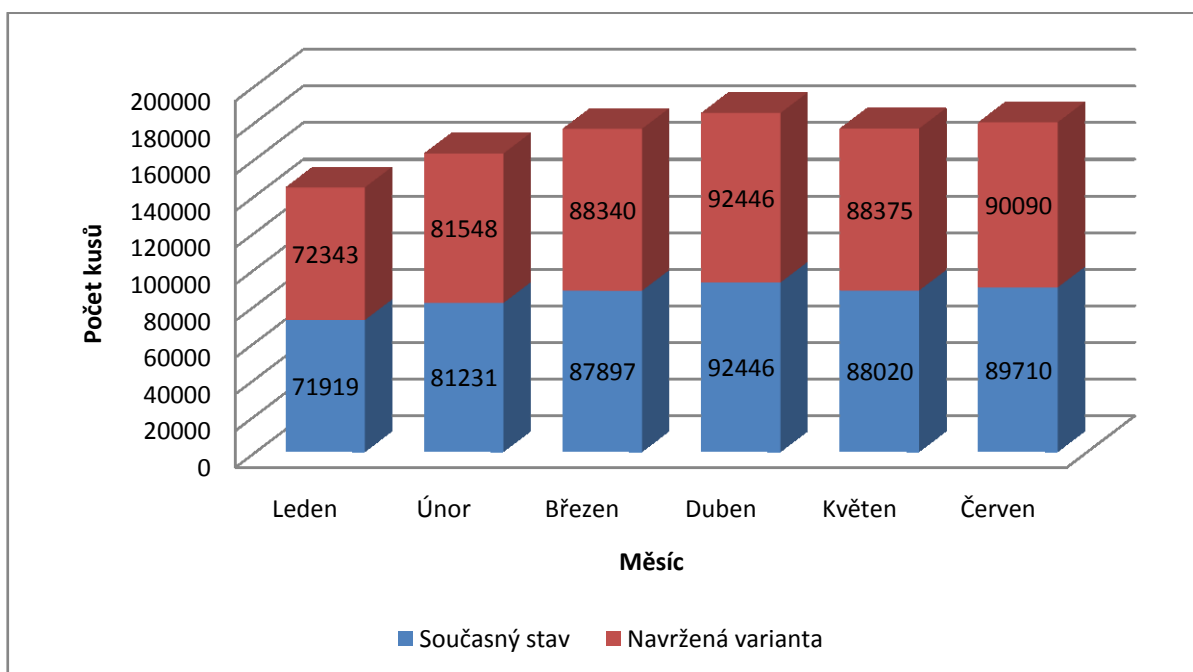
**Graf 7** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1



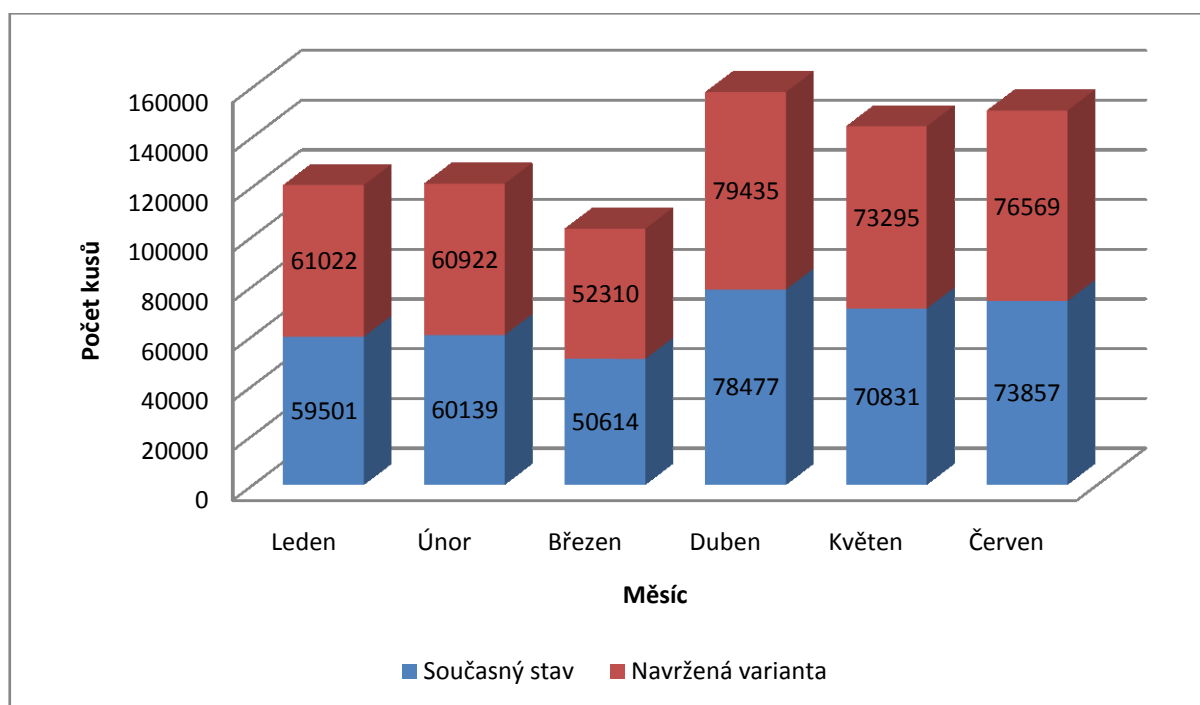
**Graf 8** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2

### Ostatní

Úplným odstraněním časových ztrát s označením „Ostatní“ výrazně zvýšíme produkci lisu. V rozmezí prvního půlroku 2011 by to bylo u lisu 1 o 1919 kusů více a u lisu 2 o 10134 kusů více.



**Graf 9** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1



**Graf 10** Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2

#### **Přehled hodnot současného stavu a navržené varianty**

Pro přehlednost získaných hodnot jsou výsledné údaje současného stavu a navrženého řešení uvedeny v tabulkách (tab. 14, 15) Navržená varianta udává počet vyrobených stabilizátorů, ale za předpokladu, že bychom snížili veškeré časové prodlevy uvedené v návrhu.

**Tab. 14** Porovnání hodnot současného stavu a navržené varianty pro lis 1

Srovnávací ukazatel	Současný stav	Navržená varianta	Rozdíl
Přestavba	511223	511253	30
Nedostupnost vozíků/beden	511223	512421	1198
Časové ztráty „Ostatní“	511223	513142	1919
<b>Celkem</b>	<b>511223</b>	<b>514370</b>	<b>3147</b>

**Tab. 15** Porovnání hodnot současného stavu a navržené varianty pro lis 2

Srovnávací ukazatel	Současný stav	Navržená varianta	Rozdíl
Přestavba	393419	398600	5181
Nedostupnost vozíků/beden	393419	396076	2657
Časové ztráty „Ostatní“	393419	403553	10134
<b>Celkem</b>	<b>393419</b>	<b>411391</b>	<b>17972</b>

### **Výpočet doby návratnosti investice:**

Snad každého podnikatele zajímá, za jakou dobu se mu vrátí jeho investice vložená do nákupu nového vybavení potřebného ke zdokonalení podnikových činností. Doba návratnosti je definována jako doba, za kterou peněžní příjmy z investice vyrovnají počáteční kapitálový výdaj na investici.

Náklady vynaložené na pořízení potřebného majetku, tedy na pořízení dvojice vysokozdvížných vozíků jsou uvedeny v tabulce (tab. 16). Ostatní údaje, jako je úspora hodin za rok, hodinová sazba stroje a roční úspora jsou vyňaty z interních podkladů společnosti ABC.

**Tab. 16** Potřebný majetek pro realizaci navrženého řešení

Položka	Pořizovací cena	Počet kusů
Vysokozdvížný elektrický vozík	220000 Kč	2

Úspora hodin za rok	528 h/rok
Hodinová sazba stroje	596,7 Kč/rok
Roční úspora	315057,6 Kč/rok
Návratnost investice	0,7 rok

Doba návratnosti investice:

$$Doba\ návratnosti = \frac{vynaložené\ náklady}{roční\ úspora} = \frac{220000}{315057,6} = 0,7\ roku$$

Doba, za kterou se vrátí peníze vložené do pořízení nového majetku pro realizaci navrženého řešení, odpovídá 0,7 roku.

## 7. Závěr

Ve společnosti ABC byla provedena analýza, která měla odhalit úzké místo celé výroby. Toto úzké místo bylo identifikováno v poruchovosti nástroje uloženého v lisu a časových prodlevách nastávajících ve výrobě. Cílem této práce bylo nalézt řešení umožňující zvýšení počtu vyrobených stabilizátorů, snížení poruchovosti dvojice nástrojů a minimalizaci časových prodlev.

Z interních podkladů společnosti ABC z období prvního půlroku 2011 jsem provedl analýzu výkonnosti současného systému, vypovídající o počtu vyrobených stabilizátorů, zmetků a vyhodnocení časových prodlev. Posléze jsem sestavil tabulky, ve kterých je uvedeno kolik kusů se v daný měsíc vyrobilo. V druhé části jsem se zaměřil na zmíněné časové prodlevy. Po vyhodnocení časových prodlev a jejich procentuelním vyhodnocení jsem pomocí ABC analýzy roztrídil položky do tří kategorií A, B, C. Kategorie A obsahuje položky, které trvají nejdéle a měla by jim být věnována největší pozornost. Kategorie B obsahuje položky, které nejsou tak časově náročné jako předešlá kategorie, ale ani tuto nesmíme opomenout. Poslední kategorie C obsahuje položky nejméně časově náročné, ale i ty by neměly zůstat bez povšimnutí. Z této analýzy je tedy patrné, kterým položkám by měla být věnována největší pozornost.

Pro zjištění dalších úzkých míst v současné výrobě jsem také provedl měření dvanáctihodinové směny u Lisu 2. Výsledkem měření bylo zjištění počtu vyrobených kusů, zmetků, změření taktu nástroje, určení soll kusů (kusy vyrobené čistým taktem bez prostojů), Ist kusů (kusy vyrobené za celou směnu) a následné vypočtení GEFF, který za danou směnu činil 77,2%. Průměrná hodnota GEFF z prvního půlroku 2011 je 56,8%. Rozdíl mezi těmito dvěma hodnotami tedy činí 20,4%. Při výrobě nastávali nepatrné prostoje, zapříčiněné údržbou nástroje, seřízením jeho tvaru a doplněním oleje. V průběhu výroby jsem také identifikoval značný nedostatek beden, určených pro uložení hotových stabilizátorů případně zmetků a nedostatek nebo nedostupnost elektrických paletových vozíků. Dále pracovník průběžně nezapisoval prostoje do formuláře směny, což způsobilo zaznamenání nepřesných dob trvání jednotlivých činností a jejich následné vyhodnocení není přesné. Proto by bylo vhodné přijmout nového pracovníka, který by dohlížel na plynulý chod výroby.

Pokud by společnost aplikovala navrženou variantu v rozmezí prvního půlroku 2011 a snížily by se zmíněné časové prodlevy, počet vyrobených stabilizátorů by vzrostl u lisu 1 o 3147 kusů a u lisu 2 o 17972 kusů.

Doba návratnosti investice vynaložená do nákupu nového vybavení odpovídá 0,7 roku.

## 8. Seznam použité literatury

- [1] NOVÁK, Josef. *Organizace a řízení*. 1. vydání. Ostrava, 2006, 105 s. ISBN 80-248-1223-1.
- [2] TOMEK, G., VÁVROVÁ, V. *Řízení výroby*. 2.vyd. Praha: Grada Publishing, spol. s.r.o., 2000. 412 s. ISBN 80-7169-955-1
- [3] LÍBAL, Vladimír. *Organizace a řízení výroby*. Praha 1: Nakladatelství technické literatury, 1989, 560 s. ISBN 80-03-00050-5.
- [4] PERNICA, Pert. *Logistický management: teorie a podniková praxe*. Praha: Radix, spol. s.r.o., 1998, 664 s. ISBN 80-86031-13-6.
- [5] ZIKMUND, Martin. *Paretova (ABC) analýza: mocný nástroj v logistice, marketingu i obchodu*. [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://www.businessvize.cz/rizeni-a-optimalizace/paretova-abc-analyza-mocny-nastroj-v-logistice-marketingu-i-obchodu>>
- [6] Štíhlá výroba. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://e-api.cz/page/67819.stihla-vyroba>>
- [7] 5S. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://e-api.cz/page/68391.5s>>
- [8] Ukazatel OEE. *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://e-api.cz/page/68415.ukazatel-oee>>
- [9] *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://e-api.cz/upload.cs/7/716c1894-b-1-stihly-vyroba.jpg>>
- [10] *Inventio Consulting* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://www.inventio.cz>>
- [11] *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <[http://e-api.cz/upload.cs/1/1d661894-s-1-2-3-1\\_obr-1.jpg](http://e-api.cz/upload.cs/1/1d661894-s-1-2-3-1_obr-1.jpg)>
- [12] *API - Akademie produktivity a inovací, s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <<http://e-api.cz/upload.cs/2/24781894-s-1-cez.jpg>>
- [13] *MAN-TECH TRADING a.s.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <[http://www.man-tech.cz/data/products/det\\_205.jpg](http://www.man-tech.cz/data/products/det_205.jpg)>
- [14] *Unipal s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <[http://www.unipal.cz/files/kovovepalety\\_2.jpg](http://www.unipal.cz/files/kovovepalety_2.jpg)>
- [15] *Mubea s.r.o.* [online]. [cit. 2012-01-10]. Dostupné z: <[http://www.mubea.com/english/download/FWF\\_GB.pdf](http://www.mubea.com/english/download/FWF_GB.pdf)>
- [16] Interní podklady společnosti

## **9. Seznam obrázků, tabulek a grafů**

### **Obrázky**

Obrázek 1 - Štíhlá výroba.....	10
Obrázek 2 - Metodika 5S.....	12
Obrázek 3 - Výpočet OEE.....	13
Obrázek 4 - OEE: faktory ovlivňující výrobu.....	14
Obrázek 5 - Členění času spotřebovaného pracovníkem v průběhu směny.....	15
Obrázek 6 - Grafické znázornění ABC analýzy.....	18
Obrázek 7 - Automobil zobrazující výrobky společnosti ABC.....	20
Obrázek 8 - Stabilizátory.....	21
Obrázek 9 - Příklad zapisovače.....	22
Obrázek 10 - Schéma rozmístění lisů ve výrobní hale.....	23
Obrázek 11 - Zapisovač směny.....	34
Obrázek 12 - Schéma cesty k současné údržbě nástroje.....	37
Obrázek 13 - Vysokozdvíhový elektrický vozík.....	38
Obrázek 14 - Kovové bedny.....	38

### **Tabulky**

Tabulka 1 - Vzor pozorovacího listu – vyhodnocovací část.....	16
Tabulka 2 - Vzor pozorovacího listu – vyhodnocovací část.....	17
Tabulka 3 - Měřený takt.....	25
Tabulka 4 - Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc pro Lis 1.....	27
Tabulka 5 - Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc pro Lis 2.....	27
Tabulka 6 - Výčet poruch zařízení, včetně prodlev a jejich doba trvání pro Lis 1.....	28
Tabulka 7 - Výčet poruch zařízení, včetně prodlev a jejich doba trvání pro Lis 2.....	29
Tabulka 8 - Analýza ABC pro Lis 1.....	30
Tabulka 9 - Analýza ABC pro Lis 2.....	31
Tabulka 10 - Počet vyrobených kusů v daný čas.....	33
Tabulka 11 - Výsledné hodnoty měření.....	34
Tabulka 12 - GEFF v daný měsíc Lis 1.....	35
Tabulka 13 - GEFF v daný měsíc Lis 2.....	35
Tabulka 14 - Porovnání hodnot současného stavu a navržené varianty pro lis 1.....	43
Tabulka 15 - Porovnání hodnot současného stavu a navržené varianty pro lis 2.....	43
Tabulka 16 - Potřebný majetek pro realizaci navrženého řešení.....	44

## **Grafy**

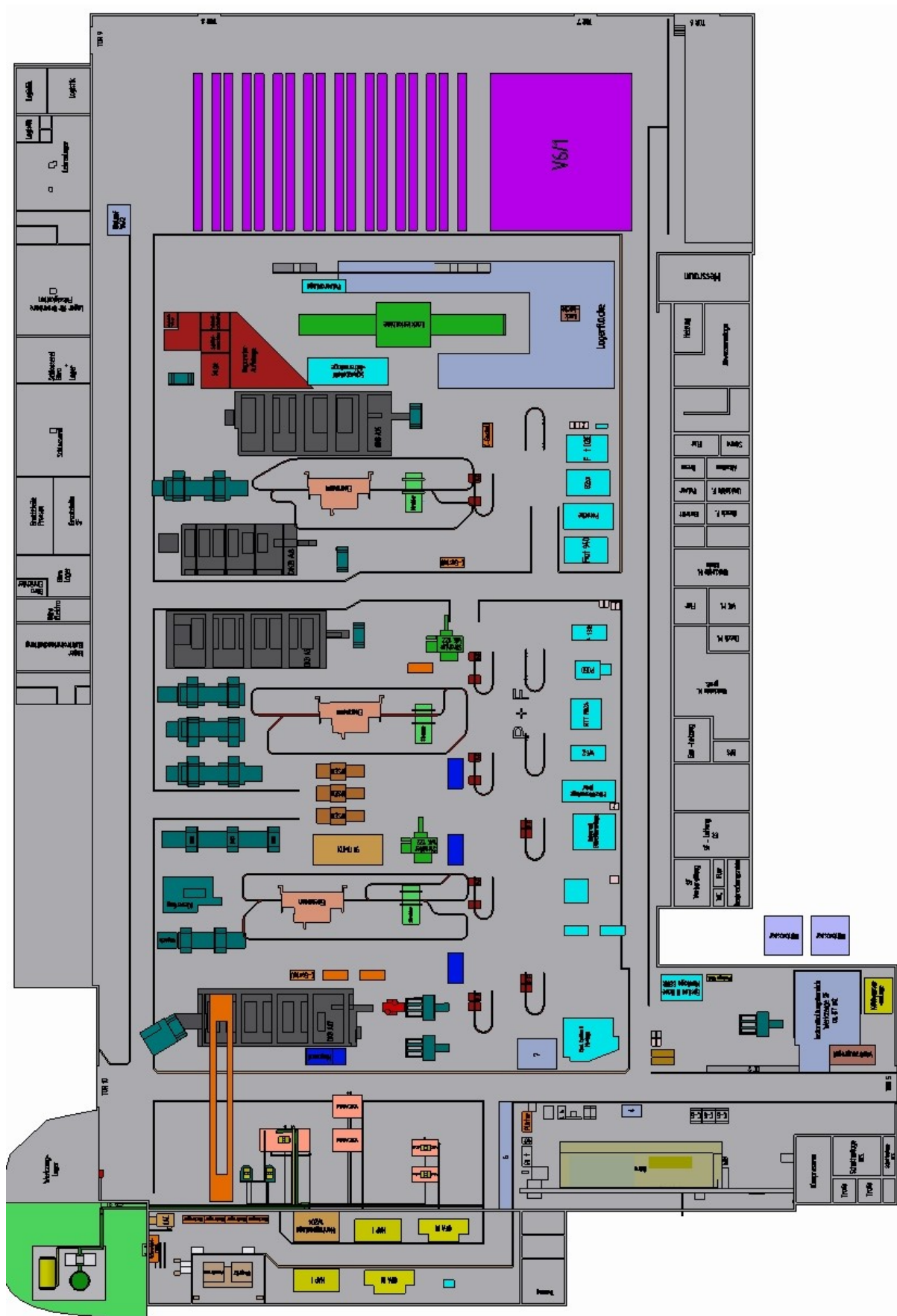
Graf 1 - Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc.....	27
Graf 2 - Počet vyrobených stabilizátorů a zmetků za daný měsíc.....	28
Graf 3 - Grafické vyhodnocení jednotlivých operací pro lis 1.....	31
Graf 4 - Grafické vyhodnocení jednotlivých operací pro lis 2.....	32
Graf 5 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1.....	40
Graf 6 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2.....	41
Graf 7 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1.....	41
Graf 8 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2.....	42
Graf 9 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 1.....	42
Graf 10 - Porovnání množství vyrobených kusů současného stavu s navrženou variantou lis 2.....	43



## **10. Seznam příloh**

Příloha A	Schéma výrobní haly
Příloha B	Formulář směny
Příloha C	Plán denní údržby
Příloha D	Plán týdenní údržby
Příloha E	Plán půlroční a roční údržby
Příloha F	Nové místo vyčleněné pro údržbu nástroje
Příloha G	Místo vyčleněné pro bedny

Příloha A - Schéma výrobní haly



## Příloha B - Formulář směny

[illegible]

Plán údržby									
		Denní údržba KW							
Čištění	Obráz č.:	Pondělí	Úterý	Středa	Čtvrtek	Pátek	Sobota	Neděle	
Očistit okolí stroje obsluha. Provádí:	1 + 2	Ranní							
		Odpolední							
		Noční							
Kontrola									
Kontrolovat zadržovací nádrž oleje, její vyčištění. Provádí: obsluha	3	Ranní							
		Odpolední							
		Noční							
Hledat úniky vzduchu - sluchem; Kontrolovat tlak vzduchu - 7 barů. Provádí: obsluha	4 + 5	Ranní							
		Odpolední							
		Noční							
Kontrola centrálního mazání, event. doplnění. Provádí: obsluha	8	Ranní							
Očištění čoček kamer. Pravou a levou stranu. Provádí: obsluha	9	Ranní							

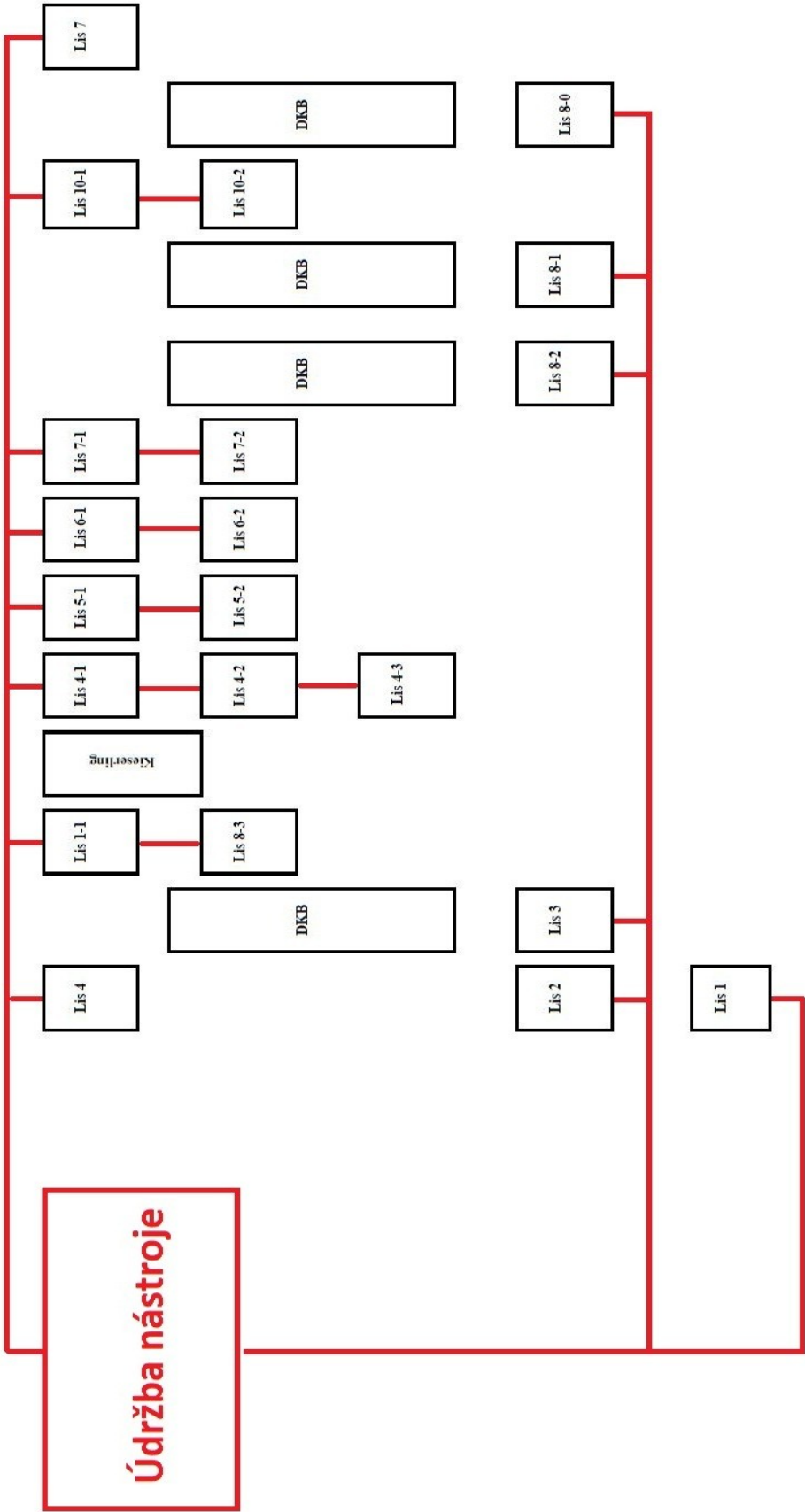


Plán údržby		Týdenní údržba											
Čištění	Obraz č.:	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden	Týden
Vyčistit tělo lisu a nástroj. Provádí: obsluha	10 + 11												
Mazání													
Kontrolovat nádrž s mazacím tukem pro stranová vedení, event. Doplnit tukem EP 2. Provádí: obsluha	12 + 13												
Kontrolovat množství hydr. oleje v nádrži, event. doplnit olejem Esso Nuto 46. Provádí: údržba.	14												
Pneumatika													
Vypustit kondenzát. Provádí: obsluha	15												
Týdenní údržba - Vždy v pátek na ranní směně. Provádí: obsluha													

# Příloha E - Plán půlroční a roční údržby

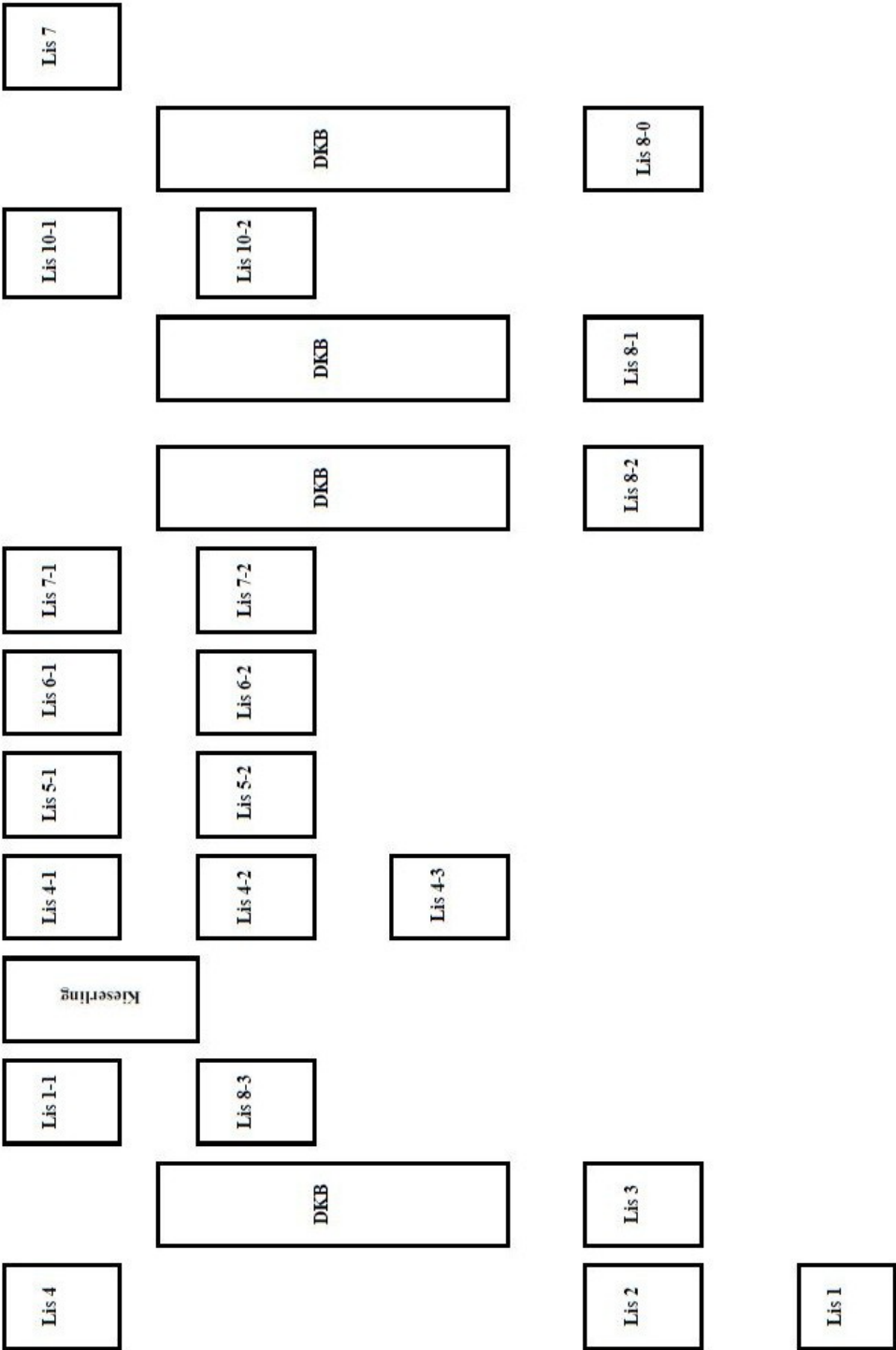
Plán údržby				
			1/2 Roční údržba	1/2 Roční údržba
Kontrola		Obráz č.:		
Všechny Not - Aus vypínače zkontrolovat na poškození a funkčnost. Provádí: Údržba elektro.		16 + 17 + 18		
Kontrolovat elektroskříně na znečištění, event. Vyčistit. Provádí: Údržba elektro		19 + 20		
Zkontrolovat na funkčnost všechny kontroly na zařízení. Provádí: Údržba elektro		21 + 22 + 23		
Mechanicky a elektricky zkontrolovat ochranné oplocení a dveře. Provádí: Údržba elektro		24 + 25		
Kontrola			Roční údržba	
Dotáhnout všechna šroubová spojení v elektroskříních. Provádí: Údržba elektro		26 + 27		
Kontrolovat hydr. olej na přítomnost cizích částic. Provádí: Údržba		28		
Kontrolovat tlakovou nádrž dusíku. Provádí: Údržba		29 + 30		

**Příloha G – Nové místo vyčleněné pro údržbu nástroje**



Příloha G - Místo vyčleněné pro bedny

Bedny





### **Poděkování**

Na samotný závěr této práce bych rád poděkoval Ing. Vladimíře Schindlerové za vedení, podporu a cenné rady při tvorbě mé bakalářské práce. Rovněž děkuji panu Milanu Kovaříkovi a Ing. Aleši Horákovi za svůj volný čas, odborné rady a veškerou pomoc při řešení zadaného problému.